



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ**  
**ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**Εργαστήριο Ζιζανιολογίας**

**Θέμα Πτυχιακής Εργασίας**

Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας και της συνδυαστικότητας των ζιζανιοκτόνων  
florasulam+clorpyralid και pyroxsulam με μυκητοκτόνα σε καλλιέργεια σκληρού σιταριού  
(*Triticum durum* Desf.)



**Τσίτα Χρυσούλα**

Επιβλέπων Καθηγητής: Ανέστης Καρκάνης

**Βόλος, 2019**

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ**  
**ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**Εργαστήριο Ζιζανιολογίας**

**Θέμα Πτυχιακής Εργασίας**

Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας και της συνδυαστικότητας των ζιζανιοκτόνων  
florasulam+clopyralid και pyroxsulam με μυκητοκτόνα σε καλλιέργεια σκληρού σιταριού  
(*Triticum durum* Desf.)

**Τσίτα Χρυσούλα**

**Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή:**

- 1. Καρκάνης Ανέστης**, Επίκουρος Καθηγητής, Επιβλέπων
- 2. Δαναλάτος Νικόλαος**, Καθηγητής, Μέλος
- 3. Βέλλιος Ευάγγελος**, Επίκουρος Καθηγητής, Μέλος

**Βόλος, 2019**

### Ευχαριστίες

Σκοπός της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας είναι η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας δύο μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων (pyroxsulam, florasulam+clorpyralid) με δύο μυκητοκτόνα σε καλλιέργεια σκληρού σιταριού.

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον κ. Α. Καρκάνη τόσο για την ανάθεση του θέματος όσο και για τη συνεχή καθοδήγηση κατά τη διάρκεια της διεξαγωγής των πειραμάτων αλλά και της συγγραφής της πτυχιακής εργασίας μου. Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τον Καθηγητή κ. Νικόλαο Δαναλάτο και τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Ευάγγελο Βέλλιο για τον χρόνο που διέθεσαν για τη μελέτη της πτυχιακής εργασίας μου.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στην εταιρεία «BARILLA HELLAS ΑΝΩΝΥΜΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΕΤΑΙΡΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ» για την χρηματοδότηση της πτυχιακής μου εργασίας στο πλαίσιο του έργου (5649) με τίτλο «Αξιολόγηση της συνδυαστικότητας και της αποτελεσματικότητας διαφόρων ζιζανιοκτόνων και μυκητοκτόνων σε καλλιέργεια σκληρού σιταριού».

## Περιεχόμενα

<b>Περίληψη</b> .....	4
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>:Εισαγωγή</b> .....	6
1.1. Γενικά.....	6
1.2.Καταπολέμηση ζιζανίων στα χειμερινά σιτηρά .....	7
1.3.Σεπτορίωση .....	8
1.4.Σκοπός της πτυχιακής εργασίας.....	10
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>:Υλικά και Μέθοδοι</b> .....	12
2.1. Πειραματικός αγρός.....	12
2.2. Πειραματικό Σχέδιο.....	13
2.3. Μετρήσεις.....	16
2.4. Μετεωρολογικά δεδομένα.....	17
2.5. Στατιστική επεξεργασία δεδομένων.....	19
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>:Αποτελέσματα</b> .....	20
3.1. Συμπτώματα φυτοτοξικότητας.....	20
3.2. Ύψος φυτών σκληρού σιταριού.....	20
3.3. Αριθμός αδελφιών σκληρού σιταριού. ....	22
3.4. Νωπό βάρος καλλιέργειας.....	22
3.5. Ξηρό βάρος καλλιέργειας.....	25
3.6. Σχετική συγκέντρωση χλωροφύλλης (Τιμές SPAD) .....	28
3.7. Απόδοση σε σπόρο και συστατικά της απόδοσης.....	30
3.8. Αποτελεσματικότητα μυκητοκτόνων.....	32
3.9. Αποτελεσματικότητα ζιζανιοκτόνων.....	34
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>:Συζήτηση</b> .....	42
4.1. Συνδυαστικότητα ζιζανιοκτόνων και μυκητοκτόνων.....	42
4.2. Αποτελεσματικότητα ζιζανιοκτόνων και μυκητοκτόνων.....	43
4.3. Ανάπτυξη και απόδοση της καλλιέργειας.....	44
4.4. Συμπεράσματα.....	45
<b>Βιβλιογραφία</b> .....	47
<b>Παράρτημα-Στατιστική επεξεργασία δεδομένων</b> .....	50

### Περίληψη

Σκοπός της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας είναι να διερευνηθεί εάν χρησιμοποιούμενα ζιζανιοκτόνα μπορούν να συνδυαστούν με μυκητοκτόνα, ώστε να εξασφαλιστεί ικανοποιητική φυτοπροστασία από τα ζιζάνια και τη σепτορίωση. Για την αξιολόγηση της συνδυαστικότητας και της αποτελεσματικότητας διαφόρων ζιζανιοκτόνων και μυκητοκτόνων σε καλλιέργεια σκληρού σιταριού πραγματοποιήθηκε πείραμα στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο. Η σπορά του σκληρού σιταριού πραγματοποιήθηκε στις 13 Νοεμβρίου του 2017.

Εφαρμόστηκε το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με 3 επαναλήψεις και 9 επεμβάσεις. Τα ζιζανιοκτόνα και μυκητοκτόνα που εφαρμόστηκαν ήταν τα εξής: **ζιζανιοκτόνο 1:** florasulam+clopyralid, **ζιζανιοκτόνο 2:** pyroxsulam, **μυκητοκτόνο 1:** pyraclostrobin, **μυκητοκτόνο 2:** pyraclostrobin+epoxiconazole. Οι εννέα επεμβάσεις του πειράματος είναι οι εξής: απέκαστος μάρτυρας, H1: 1<sup>ο</sup> ζιζανιοκτόνο, H2: 2<sup>ο</sup> ζιζανιοκτόνο, F1: 1ο μυκητοκτόνο, F2: 2ο μυκητοκτόνο, H1+F1, H2+F1, H1+F2 και H2+F2. Ο ψεκασμός των ζιζανιοκτόνων και των μυκητοκτόνων πραγματοποιήθηκε στις 13 Μαρτίου του 2018 στο στάδιο GS31 (κατά Zadocks).

Για την αξιολόγηση της συνδυαστικότητας μετρήθηκαν το ύψος των φυτών, η συγκέντρωση της χλωροφύλλης, ο αριθμός των αδελφιών, το νωπό και το ξηρό βάρος της καλλιέργειας, ενώ πραγματοποιήθηκε παρατήρηση της καλλιέργειας για την εμφάνιση πιθανών συμπτωμάτων φυτοτοξικότητας. Συνολικά πραγματοποιήθηκαν τρεις μετρήσεις, ενώ στις 20 Ιουνίου καταγράφηκαν η απόδοση σε σπόρο και το μήκος του στάχυ. Επίσης, αξιολογήθηκε η αποτελεσματικότητα των ζιζανιοκτόνων έναντι των κύριων ζιζανίων. Όσον αφορά την πρόκληση φυτοτοξικότητας από την εφαρμογή των διάφορων γεωργικών φαρμάκων, παρατηρήθηκε χλώρωση στα τεμάχια όπου εφαρμόστηκε το ζιζανιοκτόνο pyroxsulam μόνο στις δύο πρώτες μετρήσεις. Όμως δεν παρατηρήθηκαν διαφορές ως προς την φυτοτοξικότητα που προκάλεσε το συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο μεταξύ των επεμβάσεων pyroxsulam, pyroxsulam/pyraclostrobin και pyroxsulam/pyraclostrobin+epoxiconazole. Ακόμη, τα αποτελέσματα μας έδειξαν ότι το μικρότερο ύψος των φυτών, η μικρότερη βιομάζα (νωπό και ξηρό βάρος) της καλλιέργειας, η μικρότερη απόδοση, η μικρότερη περιεκτικότητα της πρωτεΐνης και το μικρότερο μήκος στάχυ καταγράφηκαν στα τεμάχια του ασκάλιστου μάρτυρα και στις επεμβάσεις των δύο μυκητοκτόνων. Δεν καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφόρων επεμβάσεων των δύο ζιζανιοκτόνων για τα

παραπάνω χαρακτηριστικά. Επίσης, το μεγαλύτερο ξηρό βάρος και η μεγαλύτερη πυκνότητα των ζιζανίων καταγράφηκε στις επεμβάσεις του μάρτυρα και των δύο μυκητοκτόνων. Επιπρόσθετα, λόγω των καιρικών συνθηκών το ποσοστό προσβολής από τη σεπτορίωση ήταν κάτω του 1% με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των μυκητοκτόνων έναντι της συγκεκριμένης ασθένειας του σκληρού σιταριού. Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα μας έδειξαν ότι τα συγκεκριμένα ζιζανιοκτόνα και μυκητοκτόνα που αξιολογήθηκαν στο συγκεκριμένο πείραμα και κάτω από τις συγκεκριμένες κλιματολογικές συνθήκες μπορούν να συνδυαστούν για την αντιμετώπιση των ζιζανίων και της σεπτορίωσης.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>:Εισαγωγή**

### **1.1.Γενικά**

Η καλλιέργεια του σιταριού (σκληρό και μαλακό σιτάρι) είναι μια από τις σημαντικότερες καλλιέργειες στη χώρα μας. Σύμφωνα με στοιχεία του Οργανισμού Τροφίμων και Γεωργίας του ΟΗΕ (FAO) κατά το έτος 2016 στην Ελλάδα καλλιεργήθηκαν περίπου 6,1 εκατομμύρια στρέμματα (Πίνακας 1), ενώ η συνολική παραγωγή ανήλθε στους 1,7 εκατομμύρια τόνους (FAO 2018).

**Πίνακας 1.** Καλλιεργούμενη έκταση και παραγωγή σιταριού στην Ελλάδα και στην Ευρώπη κατά την περίοδο 2007-2016 (FAO, 2018).

<b>Ελλάδα</b>		
<b>Έτος</b>	<b>Καλλιεργούμενη Έκταση (στρέμματα)</b>	<b>Παραγωγή (τόνοι)</b>
<b>2007</b>	7.287.910	1.629.072
<b>2008</b>	7.470.930	2.074.608
<b>2009</b>	7.798.130	2.139.472
<b>2010</b>	7.374.830	1.920.670
<b>2011</b>	6.878.220	1.857.429
<b>2012</b>	6.888.910	1.835.901
<b>2013</b>	6.594.830	1.831.869
<b>2014</b>	5.717.620	1.570.416
<b>2015</b>	5.374.900	1.609.770
<b>2016</b>	6.128.620	1.698.031
<b>Ευρώπη</b>		
<b>Έτος</b>	<b>Καλλιεργούμενη Έκταση (στρέμματα)</b>	<b>Παραγωγή (τόνοι)</b>
<b>2007</b>	561.614.430	189.702.277
<b>2008</b>	616.902.070	248.280.739
<b>2009</b>	611.702.470	228.877.936
<b>2010</b>	558.115.330	201.374.051
<b>2011</b>	592.790.080	224.034.725
<b>2012</b>	548.931.670	195.049.037
<b>2013</b>	578.703.950	226.106.720
<b>2014</b>	587.183.840	249.257.534
<b>2015</b>	615.120.420	257.618.057
<b>2016</b>	625.196.090	250.126.499

Όσον αφορά τη φυτοπροστασία στη καλλιέργεια του σκληρού σιταριού, μέχρι λίγα χρόνια πριν, η μόνη επέμβαση που γινόταν ήταν η εφαρμογή ζιζανιοκτόνων κατά την περίοδο του αδελφώματος (Μάρτιος-Απρίλιος στις διάφορες περιοχές της χώρας μας).

Τα τελευταία χρόνια παρατηρούνται εκτεταμένες προσβολές από σепτορίωση στις καλλιέργειες σκληρού σιταριού σε διάφορες περιοχές της χώρας και γι' αυτό το λόγο πραγματοποιούνται ψεκασμοί με διάφορα μυκητοκτόνα συνήθως την περίοδο όπου γίνεται η εφαρμογή των μυκητοκτόνων.

## **1.2. Καταπολέμηση ζιζανίων στα χειμερινά σιτηρά.**

Τα κυριότερα ζιζάνια που συναντάμε στις καλλιέργειες των χειμερινών σιτηρών είναι η αγριοβρώμη, η αλεπονουρά, η ανθέμιδα, η βερόνικα, ο βρόμος, το δωδεκάνθι, ο ζωχός, η ήρα, το καπνόχορτο, το μυρώνι, η παπαρούνα, το σινάπι και η φάλαρη. Η καταπολέμηση των ζιζανίων στα χειμερινά σιτηρά στηρίζεται κυρίως στην χημική καταπολέμηση, ενώ το μεγαλύτερο κόστος της καταπολέμησης αφορά τα φθινοπωρινά αγρωστώδη ζιζάνια (αγριοβρώμη, αλεπονουρά, ήρα, φάλαρη και βρόμος, Karkanis et al. 2016).

Η χημική καταπολέμηση λαμβάνει κατά το αδέλφωμα έως το στάδιο του 2<sup>ου</sup> κόμβου. Τα ζιζανιοκτόνα που συνήθως χρησιμοποιούνται ανήκουν στις ομάδες σουλφονυλουρίες, τριαζολοπυριμιδίνες, αρυλοξυφαινοξυαλκανοϊκά οξέα, ορμονικά ζιζανιοκτόνα κ.α. (Karkanis et al. 2016).

Τα ζιζανιοκτόνα που αξιολογήθηκαν στο συγκεκριμένο πείραμα είναι τα εξής:

### **✓ florasulam**

Το ζιζανιοκτόνο florasulam ανήκει στην ομάδα των τριαζολοπυριμιδινών και αναστέλλει τη δράση του ένζυμου οξικογαλακτική συνθετάση (acetolactate synthase-ALS), το οποίο συμμετέχει στη βιοσύνθεση των αμινοξέων βαλίνης, λευκίνης και ισολευκίνης (Ζιώγας και Μάρκογλου 2010, Ελευθεροχωρινός 2014). Το ζιζανιοκτόνο αυτό εφαρμόζεται σε καλλιέργειες σιτηρών για την καταπολέμηση διαφόρων πλατύφυλλων ζιζανίων (Karkanis et al. 2016). Το ζιζανιοκτόνο αυτό διασπάται ταχύτατα από τους μικροοργανισμούς στο έδαφος (Ελευθεροχωρινός 2014). Οι Masuh et al. (2000) αναφέρουν ότι ο χρόνος ημιζωής του κυμαίνεται από 0,7 έως 4,5 ημέρες, οι Mukherjee et al. (2016) αναφέρουν χρόνους ημιζωής 12.65-16.82 ημέρες, ενώ οι Dong et al. (2015) αναφέρουν χρόνους ημιζωής 2,76-10,83 ημέρες.

### **✓ clopyralid**

Το ζιζανιοκτόνο clopyralid ανήκει στα πυριδινοκαρβοξυλικά οξέα και ανήκει στα ζιζανιοκτόνα με δράση αυξίνης (Ελευθεροχωρινός 2014). Το ζιζανιοκτόνο αυτό χρησιμοποιείται για την καταπολέμηση πλατύφυλλων ζιζανίων κυρίως των οικογενειών Asteraceae και Leguminosae και για ορισμένα είδη των οικογενειών Solanaceae, Polygonaceae



και Umbeliferae. Το clopyralid στο έδαφος συμπεριφέρεται ως ασθενές οξύ που σημαίνει ότι θα διασπαστεί σε μορφή ανιόντων που είναι εξαιρετικά διαλυτή μορφή στο νερό, ενώ δεν δεσμεύεται ισχυρά στο έδαφος (Pavlovic et al. 2005). Η μικροβιακή αποσύνθεση είναι η κύρια διεργασία που συμμετέχει στη απομάκρυνσή του συγκεκριμένου ζιζανιοκτόνου από το έδαφος (Ζιώγας και Μάρκογλου 2010). Οι Ahmad et al. (2003) αναφέρουν ότι ο χρόνος ημιζωής του clopyralid ήταν 7,3 ημέρες σε έδαφος μη αποστειρωμένο, ενώ οι χρόνος ημιζωής του σε αποστειρωμένο έδαφος ήταν 57,8 ημέρες, αποδεικνύοντας τη σημασία των μικροοργανισμών στη διάσπαση του. Επίσης, η διάσπαση του στο έδαφος είναι ταχύτερη σε υψηλές θερμοκρασίες (χρόνος ημιζωής 4,1 ημέρες στους 30°C) σε σύγκριση με χαμηλές θερμοκρασίες (χρόνος ημιζωής 46,2 ημέρες στους 10°C).

#### ✓ pyroxsulam

Το ζιζανιοκτόνο pyroxsulam ανήκει στην ομάδα τριαζολοπυριμιδινών-σουλφοναμίδια και αναστέλλει τη δράση του ένζυμου οξικογαλακτική συνθετάση (acetolactate synthase-ALS) το οποίο συμμετέχει στη βιοσύνθεση των αμινοξέων βαλίνης, λευκίνης και ισολευκίνης (Ζιώγας και Μάρκογλου 2010, Ελευθεροχωρινός 2014). Το ζιζανιοκτόνο αυτό εφαρμόζεται σε καλλιέργεια μαλακού και σκληρού σιταριού για την καταπολέμηση διαφόρων πλατύφυλλων και αγρωστωδών ζιζανίων (*Alopecurus myosuroides*, *Apera spica-venti*, *Lolium* spp., *Bromus* spp., *Poa* spp., *Galium aparine*, *Matricaria* spp., *Viola arvensis*, *Veronica* spp., *Stellaria media*, *Geranium* spp., *Myosotis arvensis*, *Brassica* spp., *Papaver rhoeas*, *Capsella bursa-pastoris*, *Polygonum* spp., *Thlaspi arvense*, Becker et al. 2008, Karkanis et al. 2016). Όπως και τα ζιζανιοκτόνα florasulam ο χρόνος ημιζωής του στο έδαφος είναι πολύ μικρός και γι' αυτό το λόγο μπορεί να ακολουθήσουν διάφορες καλλιέργειες σε ένα πρόγραμμα αμειψισποράς χωρίς κινδύνους υπολειμμάτων (Becker et al. 2008).

### 1.3. Σεπτορίωση

Η σεπτορίωση του σιταριού προκαλείται από το μύκητα *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) J. Schröt. (1894) με ατελή μορφή *Zymoseptoria tritici* (Roberge ex Desm.) Quaedvl. & Crous (Keon et al. 2005, Quaedvlieg et al. 2011). Είναι μία από τις πιο σημαντικές ασθένειες του σίτου παγκόσμια και εμφανίζεται σε καλλιεργούμενες περιοχές σίτου κάθε χρόνο, προκαλώντας απώλειες έως και 53% (Θανασουλόπουλος 1995). Στις ΗΠΑ θεωρείται η νούμερο δύο ασθένεια του σιταριού (Eyal 1999). Πρόκειται για τη σημαντικότερη ασθένεια

της καλλιέργειας του σιταριού σήμερα στην Ευρώπη, όπου οι εισροές στην καλλιέργεια αυτή εξαιτίας της ασθένειας είναι αυξημένες (Ponomarenko et al. 2011).

Τα συμπτώματα της ασθένειας μπορούν να εμφανιστούν όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Αρχικά είναι μικρές χλωρωτικές κηλίδες, οι οποίες αργότερα εκδηλώνονται ως νεκρωτικές περιοχές κυρίως στα φύλλα των φυτών (Ponomarenko et al. 2011, Shaner 2010). Οι ιστοί που έχουν προσβληθεί αρχικά φαίνονται σαν υγροί, χάνουν την σπαργή τους, ακολουθεί το κιτρίνισμά τους και τέλος αποκτούν καστανοκόκκινο χρώμα (Θανασουλόπουλος 1995). Ως, σημεία εμφανίζεται α) πολυστιγμία στους νεκρούς ιστούς που οφείλεται στα πυκνίδια του παθογόνου (ατελής μορφή), β) στους νεκρούς ιστούς μπορεί να εμφανιστεί η τέλεια μορφή ψευδοθήκια που περιέχουν ασκούς με οκτώ ασκοσπόρια ο καθένας ενώ από τα πυκνίδια εξέρχονται πυκνιδιοσπόρια σε μεγάλους αριθμούς (Ponomarenko et al. 2011, Shaner 2010).

Αναφορικά με την επιδημιολογία της ασθένειας, ο μύκητας επιβιώνει στα υπολείμματα της καλλιέργειας, όπου σχηματίζονται τα ψευδοθήκια του και το φθινόπωρο ελευθερώνονται μάζες ασκοσπορίων που μεταφέρονται με τον άνεμο (Ponomarenko et al. 2011, Shaner 2010). Σε ευνοϊκές συνθήκες (15-20°C και υψηλή σχετική υγρασία), θα μολυνθούν τα νεαρά φυτά από το πρωτογενές μόλυσμα (ασκοσπόρια), ενώ μολυσματικό είναι και το μυκήλιο που παραμένει στα υπολείμματα (Θανασουλόπουλος 1995). Στα προσβεβλημένα φύλλα θα σχηματιστούν τα πυκνίδια του παθογόνου, όπου με τις βροχές θα ελευθερώνονται τα πυκνιδιοσπόρια και θα μεταφέρονται σε υγιείς ιστούς γειτονικών φυτών με τα σταγονίδια της βροχής (δευτερογενές μόλυσμα). Τα φύλλα αυτά θα μολύνονται και με αυτό τον τρόπο θα μολύνονται και τα ανώτερα φύλλα στο ίδιο φυτό. Σε ευνοϊκές συνθήκες προκύπτει μόλυνση ιστού μετά την πάροδο 24 ωρών από την ελευθέρωση των σπορίων (Ponomarenko et al. 2011, Shaner 2010). Γενικά οι υγρές συνθήκες με ανέμους ευνοούν την εξάπλωση της ασθένειας (εκδήλωση επιδημίας), ενώ οι ξηρές συνθήκες παρεμποδίζουν την εξέλιξη της (Θανασουλόπουλος 1995).

Η αντιμετώπιση τα ασθένειας μπορεί να προσεγγιστεί με ανθεκτικές ποικιλίες (Adhikari et al. 2007), καλλιεργητικές τεχνικές όπως όχι πυκνή φύτευση και πιθανώς όψιμη σπορά ώστε να αποφευχθούν ευνοϊκές συνθήκες για την προσβολή των φυτών (Θανασουλόπουλος 1995). Η δεύτερη περίπτωση είναι αρκετά αμφιλεγόμενη διότι οι καιρικές συνθήκες επιδεινώνονται προς το τέλος φθινοπώρου αρχές χειμώνα και δεν εξασφαλίζεται πάντα ικανοποιητικό φύτρωμα της καλλιέργειας. Η κυριότερη μέθοδος αντιμετώπισης της ασθένειας είναι η χρήση χημικών συνθετικών μυκητοκτόνων (Ponomarenko et al. 2011, Shaner 2010). Συνίσταται η χρήση των προστατευτικών μυκητοκτόνων όπως το **mancozeb** και το **chlorothalonil** καθώς

και διάφορων διασυστηματικών μυκητοκτόνων (**στρομπιλουρίνες**: azoxystrobin, trifloxystrobin, pyraclostrobin, **τριαζολικά**: difenoconazole, epoxiconazole, tebuconazole, propiconazole, prothioconazole, cyproconazole) που έχουν έγκριση κυκλοφορίας στη χώρα μας (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων 2018).

Τα μυκητοκτόνα που αξιολογήθηκε στο συγκεκριμένο πείραμα αγρού είναι τα εξής:

✓ **pyraclostrobin**

Το μυκητοκτόνο αυτό ανήκει στη χημική ομάδα των στρομπιλουρινών και ανήκει στους παρεμποδιστές του συμπλόκου III της αναπνευστικής αλυσίδας (Ζιώγας και Μάρκογλου 2010). Στην χώρα μας σε καλλιέργειες χειμερινών σιτηρών χρησιμοποιείται και την καταπολέμηση διάφορων ασθενειών (σεπτορίωση, ωίδιο, καστανή και κίτρινη σκωρίαση). Επίσης, διάφοροι ερευνητές αναφέρουν το συγκεκριμένο προωθεί την ανάπτυξη διαφόρων φυτών αυξάνοντας τη δράση του ενζύμου νιτρική ρεδοκτάση που συμμετέχει στην αφομοίωση του αζώτου (Amaro et al. 2018). Σε πρόσφατη έρευνα οι Tsialtas et al. (2018) αναφέρουν ότι η θετική επίδραση του συγκεκριμένου μυκητοκτόνου στην απόδοση του σκληρού σιταριού οφείλονταν στην μείωση του ποσοστού προσβολής και όχι σε άλλες επιδράσεις της συγκεκριμένης ουσίας. Όσον αφορά τη διάσπαση του συγκεκριμένου ζιζανιοκτόνου στο έδαφος, οι Reddy et al. (2013) αναφέρουν ότι επηρεάζεται από την οργανική ουσία του εδάφους, την υγρασία και τους μικροοργανισμούς του εδάφους, ενώ ο χρόνος ημιζωής στο έδαφος κυμαίνεται από 10 έως 47 ημέρες.

✓ **epoxiconazole**

Το μυκητοκτόνο αυτό ανήκει στη χημική ομάδα των τριαζολικών και ανήκει στους συνπαρεμποδιστές της βιοσύνθεσης της εργοστερόλης (Ζιώγας και Μάρκογλου 2010). Επίσης, έχει αποδειχθεί πως αυτό το μυκητοκτόνο έχει θετική επίδραση στη φυσιολογία (αποτελεσματικότητα του φωτοσυστήματος II) του σιταριού (Ajigboye et al. 2014). Στην χώρα μας σε καλλιέργειες χειμερινών σιτηρών χρησιμοποιείται και την καταπολέμηση διάφορων ασθενειών (σεπτορίωση, ωίδιο, καστανή, μαύρη και κίτρινη σκωρίαση). Όσο αφορά τη συμπεριφορά του μυκητοκτόνου αυτού στο έδαφος οι Buerge et al. (2006) αναφέρουν ότι ο χρόνος ημιζωής του κυμαίνεται από 78-184 ημέρες

#### **1.4. Σκοπός της πτυχιακής εργασίας**

Σκοπός της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας είναι να διερευνηθεί εάν χρησιμοποιούμενα ζιζανιοκτόνα μπορούν να συνδυαστούν με μυκητοκτόνα, ώστε να

εξασφαλιστεί ικανοποιητική φυτοπροστασία από τα ζιζάνια και τη σεπτορίωση στην καλλιέργεια του σιταριού. Με αυτό τον τρόπο μειώνεται το κόστος της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>:Υλικά και Μέθοδοι

### 2.1 Πειραματικός αγρός

Πραγματοποιήθηκε σπορά σκληρού σιταριού (*Triticum durum* cv. Simeto) στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο (Εικόνα 1). Το έδαφος χαρακτηρίζεται ως αμμοαργιλοπηλώδες. Οι ιδιότητες και το pH του παρουσιάζονται στο παρακάτω πίνακα 2.

**Πίνακας 2.** Ιδιότητες εδάφους πειραματικού αγρού.

Κοκκομετρική σύσταση και pH	
Άμμος	38%
Ιλύς	36%
Αργίλος	26%
pH	7,4 (1:1 έδαφος/ H <sub>2</sub> O)



**Εικόνα 1.** Σπορά σκληρού σιταριού στις 13 Νοεμβρίου του 2017.





**Εικόνα 2.** Κατάσταση του πειραματικού αγρού μετά το φύτευμα της καλλιέργειας (30 ημέρες μετά τη σπορά).

## 2.2 Πειραματικό σχέδιο

Εφαρμόστηκε το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με 3 επαναλήψεις και 9 επεμβάσεις (Πίνακας 3). Οι διαστάσεις του κάθε τεμαχίου είναι 2 m x 3 m. Χρησιμοποιήθηκε ποσότητα σπόρου 25 kg/στρέμμα και η σπορά πραγματοποιήθηκε στις 13 Νοεμβρίου του 2017. Ο ψεκασμός των ζιζανιοκτόνων και των μυκητοκτόνων πραγματοποιήθηκε στις 13 Μαρτίου του 2018 στο στάδιο GS31 (κατά Zadocks). Τα φυτοφάρμακα εφαρμόστηκαν με ψεκαστήρα ακριβείας, με ακροφύσια σκούπας και πίεση ψεκασμού 2,5 atm, ενώ ο όγκος ψεκασμού ήταν 30 L/στρέμμα. Τα ζιζανιοκτόνα και μυκητοκτόνα που εφαρμόστηκαν ήταν τα εξής:

**ζιζανιοκτόνο 1:** florasulam+clopyralid (Εμπορικό όνομα: Primus Perfect SC). Δόση σκευάσματος 15 ml/στρέμμα. Μεταφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο για την καταπολέμηση πλατύφυλλων ζιζανίων σε καλλιέργειες σιτηρών.

**ζιζανιοκτόνο 2:** pyroxsulam (Εμπορικό όνομα: SENIOR 75 WG). Δόση σκευάσματος 25 g/στρέμμα. Διασυστηματικό εκλεκτικό ζιζανιοκτόνο για την καταπολέμηση αγρωστωδών και πλατύφυλλων ζιζανίων σε σιτάρι. Στο ψεκαστικό δοχείο προστέθηκε επίσης η επιφανειοδραστική ουσία

alkylphenol alkoxylate (Σκευάσμα Kaytar, δόση 200 ml/100 L ψεκαστικού διαλύματος) για την αύξηση της αποτελεσματικότητας του ζιζανιοκτόνου όπως αναφέρεται στην ετικέτα του ζιζανιοκτόνου Senior.

**μυκητοκτόνο 1:** pyraclostrobin (Εμπορικό όνομα: Comet 20 EC). Δόση σκευάσματος 125 ml/στρέμμα). Η συγκεκριμένη δραστική ουσία ανήκει στη χημική ομάδα των στρομπιλουρινών.

**μυκητοκτόνο 2:** pyraclostrobin+epoxiconazole (Εμπορικό όνομα: Opera New 8.5/6.25 SE). Δόση σκευάσματος 200 ml/στρέμμα). Η δραστική ουσία epoxiconazole ανήκει στη χημική ομάδα των τριαζολών.

Οι επεμβάσεις του πειράματος είναι οι εξής:

1. C: αψέκαστος μάρτυρας
2. H1: 1<sup>ο</sup> ζιζανιοκτόνο
3. H2: 2<sup>ο</sup> ζιζανιοκτόνο
4. F1: 1ο μυκητοκτόνο
5. F2: 2ο μυκητοκτόνο
6. H1+F1
7. H2+F1
8. H1+F2
9. H2+F2

**Πίνακας 3.** Πειραματικό σχέδιο τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με 3 επαναλήψεις και 9 επεμβάσεις.

C	H2	C
H1	H2+F1	F2
H1+F1	F2	H1
F1	H1	H2+F1
H2+F1	H1+F1	F1
H2	F1	H1+F2
H1+F2	H2+F2	H2
F2	H1+F2	H1+F1
H2+F2	C	H2+F2
3 <sup>η</sup> Επανάληψη	2 <sup>η</sup> Επανάληψη	1 <sup>η</sup> Επανάληψη





**Εικόνα 3.** Σχεδιασμός του πειραματικού αγρού στις 2 Φεβρουαρίου του 2018.



**Εικόνα 4.** Πειραματικός αγρός καλλιέργειας σκληρού σιταριού στις 8 Μαρτίου του 2018 5 ημέρες πριν την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων και των μυκητοκτόνων.



## **2.3. Μετρήσεις**

### **Καλλιέργεια σκληρού σιταριού**

Όσον αφορά την ανάπτυξη της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού πραγματοποιήθηκαν τρεις μετρήσεις (21-03-2018, 17-04-2008 και 3-05-2018) ανά τακτά χρονικά διαστήματα μετά τον ψεκασμό των μυκητοκτόνων και των ζιζανιοκτόνων. Συγκεκριμένα μετρήθηκαν: το ύψος των φυτών, η συγκέντρωση της χλωροφύλλης, ο αριθμός των αδελφιών, το νωπό και το ξηρό βάρος της καλλιέργειας.

- **Ύψος:** Οι μετρήσεις του ύψους πραγματοποιήθηκαν σε 5 φυτά ανά τεμάχιο.
- **Αριθμός αδελφιών:** Ο αριθμός των αδελφιών μετρήθηκε σε 5 φυτά ανά πειραματικό τεμάχιο.
- **Συγκέντρωση χλωροφύλλης:** Η μέτρηση της χλωροφύλλης πραγματοποιήθηκε με το όργανο SPAD-502 chlorophyll meter (Konica Minolta Optics Inc.) (Εικόνα 5) με 5 μετρήσεις ανά πειραματικό τεμάχιο στο 2<sup>ο</sup> φύλλο από την κορυφή του φυτού. Το SPAD-502 chlorophyll meter χρησιμοποιεί την απορρόφηση για να υπολογίσει την συγκέντρωση της χλωροφύλλης στους ιστούς των φύλλων.
- **Νωπό-Ξηρό βάρος:** Για τη μέτρηση του νωπού βάρους έγινε δειγματοληψία φυτών πάνω στη γραμμή σποράς σε μήκος 1 m. Το ξηρό βάρος υπολογίστηκε μετά από ξήρανση για 96 ώρες στους 60°C.
- **Καταγραφή συμπτωμάτων φυτοτοξικότητας:** Πραγματοποιήθηκαν 3 παρατηρήσεις στις 21-03-2018, στις 29-03-2018 και στις 17-04-2018.
- **Συχνότητα της ασθένειας της σεπτορίωσης.** Πραγματοποιήθηκε μια μέτρηση στις 03-05-2018.
- **Απόδοση σε σπόρο:** πραγματοποιήθηκε αλωνισμός με θερίζοαλωνιστική με πλάτος κοπής 1,4 m, στις 20 Ιουνίου 2018.
- **Συστατικά της απόδοσης (μήκος στάχυ):** Πριν τον θερισμό μετρήθηκε το μήκος του στάχυ σε 5 φυτά ανά πειραματικό τεμάχιο.
- **Πρωτεΐνη:** η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη μετρήθηκε με αναλυτή NIR.

### **Ζιζάνια**

Οι μετρήσεις των ζιζανίων πραγματοποιήθηκαν σε κάθε πειραματικό τεμάχιο σε επιφάνεια 40 x 40 cm. Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε στις 24 Απριλίου του 2018 που

αντιστοιχεί σε 42 ημέρες μετά την εφαρμογή των φυτοφάρμακων. Συγκεκριμένα πραγματοποιήθηκαν οι ακόλουθες μετρήσεις:

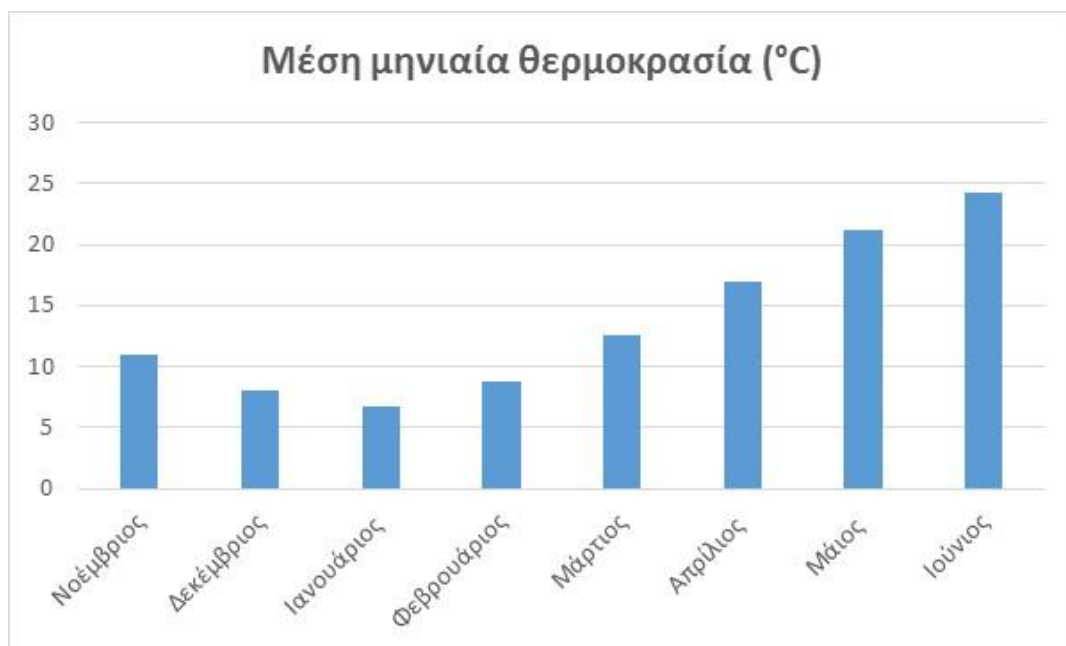
- **Είδη ζιζανίων:** Καταγράφηκαν τα είδη των ζιζανίων που παρουσιάστηκαν.
- **Συνολικός αριθμός ζιζανίων:** Η μέτρηση του αριθμού των ζιζανίων πραγματοποιήθηκε σε μόνιμες θέσεις που είχαν επισημανθεί με πλαίσια σε κάθε πειραματικό τεμάχιο.
- **Συνολικό νωπό βάρος ζιζανίων:** Η μέτρηση του νωπού βάρους γίνονταν σε ζυγαριά ακριβείας.
- **Συνολικό ξηρό βάρος ζιζανίων:** η μέτρηση του ξηρού βάρους των ζιζανίων γινόταν σε ζυγαριά ακριβείας. Για τη μέτρηση του ξηρού βάρους τα δείγματα μεταφέρονταν σε κλίβανο όπου και παρέμειναν για 4 ημέρες σε θερμοκρασία κλίβανου 60 °C.
- **Αποτελεσματικότητα ζιζανιοκτόνων έναντι των κύριων ζιζανίων.**



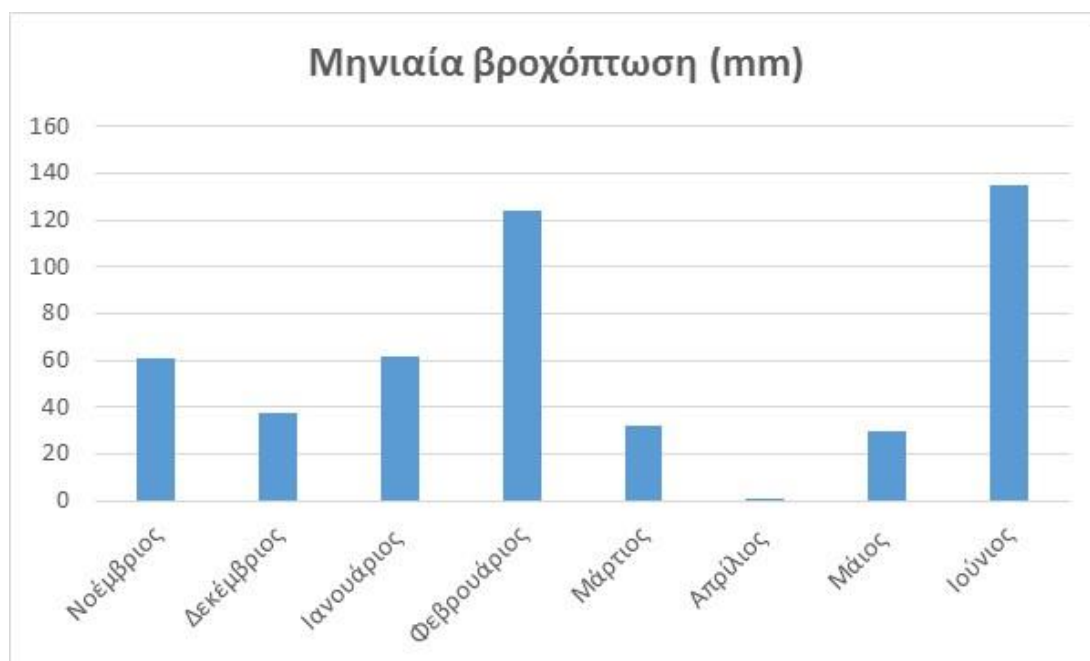
**Εικόνα 5.** Φορητό όργανο μέτρησης της χλωροφύλλης (SPAD-502 chlorophyll meter, Konica Minolta Optics Inc.).

## 2.4 Μετεωρολογικά Δεδομένα

Στα διαγράμματα 1 και 2 παρουσιάζονται το ύψος της βροχόπτωσης και η μέση μηνιαία θερμοκρασία κατά το διάστημα Νοέμβριος 2017 έως Ιούνιος 2018. Το μεγαλύτερο ύψος βροχόπτωσης (134,9 mm) καταγράφηκε τον Ιούνιο, ενώ η μικρότερη μέση μηνιαία θερμοκρασία (6,77 °C) παρατηρήθηκε κατά το μήνα Ιανουάριο.



**Διάγραμμα 1.** Μέση μηνιαία τιμή της θερμοκρασίας στην περιοχή του Βελεστίνου κατά το διάστημα Νοέμβριος 2017-Ιούνιος 2018.



**Διάγραμμα 2.** Μηνιαία βροχόπτωση στην περιοχή του Βελεστίνου κατά το διάστημα Νοέμβριος 2017-Ιούνιος 2018.

## **2.5 Στατιστική επεξεργασία δεδομένων**

Για την στατιστική επεξεργασία των δεδομένων πραγματοποιήθηκε ανάλυση της διασποράς. Στις περιπτώσεις που η ανάλυση της διασποράς έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές πραγματοποιήθηκε σύγκριση των μέσων με τη δοκιμασία της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (LSD), σε επίπεδο σημαντικότητας 5%. Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας το λογισμικό SigmaPlot 12 (Systat Software Inc., San Jose, CA).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>: Αποτελέσματα

### 3.1. Συμπτώματα φυτοτοξικότητας

Στις 21-03-2018, 29-03-2018 και 17-04-2018 πραγματοποιήθηκαν παρατηρήσεις για την εμφάνιση πιθανών συμπτωμάτων τοξικότητας από τα γεωργικά φάρμακα στην καλλιέργεια του σκληρού σιταριού. Παρατηρήθηκε χλώρωση στα τεμάχια όπου εφαρμόστηκε το ζιζανιοκτόνο pyroxsulam μόνο στις δύο πρώτες μετρήσεις. Όμως δεν παρατηρήθηκαν διαφορές ως προς την φυτοτοξικότητα που προκάλεσε το συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο μεταξύ των επεμβάσεων pyroxsulam, pyroxsulam/pyraclostrobin και pyroxsulam/pyraclostrobin+epoxiconazole.

### 3.2. Ύψος φυτών σκληρού σιταριού

#### 1<sup>η</sup> Μέτρηση

Κατά την πρώτη μέτρηση του ύψους των δεν καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διάφορων επεμβάσεων (Διάγραμμα 3). Το ύψος των φυτών κυμαίνονταν από 25,6 έως 30,8 cm, με τις μεγαλύτερες τιμές να καταγράφονται στις επεμβάσεις H1+F2 και H2+F2.



**Διάγραμμα 3.** Επίδραση των διάφορων επεμβάσεων (μάρτυρας, F1: pyraclostrobin, F2: pyraclostrobin+epoxiconazole, H1: florasulam+clopyralid, H2: pyroxsulam, H1+F1, H2+F1, H1+F2, H2+F2) στο ύψος των φυτών του σκληρού σιταριού κατά την 1<sup>η</sup> μέτρηση.

## 2η Μέτρηση

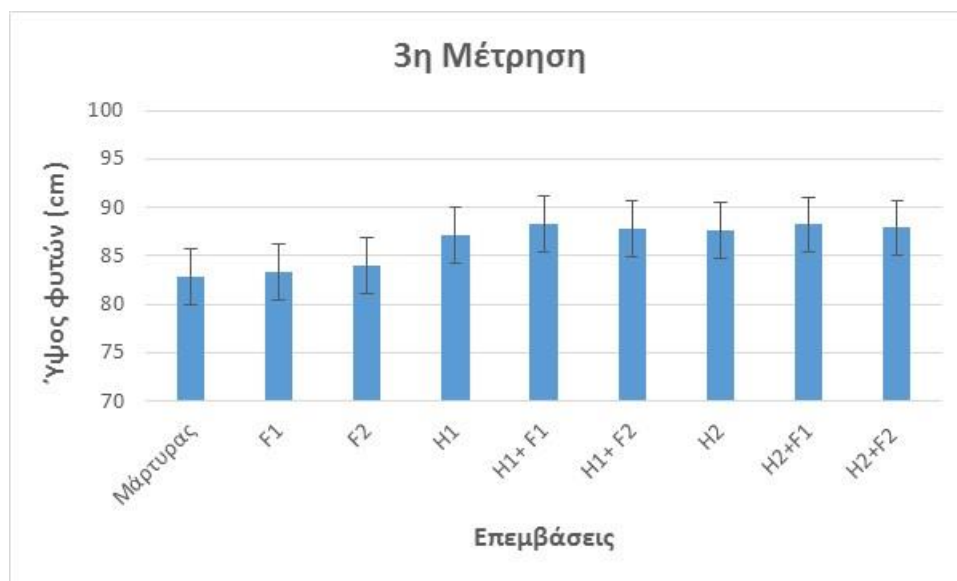
Στη δεύτερη μέτρηση, το μεγαλύτερο ύψος (84,3 cm) παρατηρήθηκε στην επέμβαση H1+F2, ενώ η μικρότερη τιμή παρατηρήθηκε στα τεμάχια του μάρτυρα και των μυκητοκτόνων F1 και F2. Μεταξύ των επεμβάσεων των ζιζανιοκτόνων δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Διάγραμμα 4), ενώ παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα, των μυκητοκτόνων F1, F2 και των άλλων επεμβάσεων.



**Διάγραμμα 4.** Επίδραση των διάφορων επεμβάσεων (μάρτυρας, F1: pyraclostrobin, F2: pyraclostrobin+epoxiconazole, H1: florasulam+clopyralid, H2: pyroxsulam, H1+F1, H2+F1, H1+F2, H2+F2) στο ύψος των φυτών του σκληρού σιταριού κατά την 2<sup>η</sup> μέτρηση. Οι μπάρες δείχνουν την Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ( $LSD_{5\%}=3,24$ ).

## 3<sup>η</sup> Μέτρηση

Στη τρίτη μέτρηση, το μεγαλύτερο ύψος (84,33 cm) παρατηρήθηκε στην επέμβαση H1+F1, ενώ η μικρότερη τιμή παρατηρήθηκε στα τεμάχια του μάρτυρα (82,78 cm). Μεταξύ των επεμβάσεων των ζιζανιοκτόνων δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Διάγραμμα 5), ενώ παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα, των μυκητοκτόνων F1, F2 και των άλλων επεμβάσεων.



**Διάγραμμα 5.** Επίδραση των διάφορων επεμβάσεων (μάρτυρας, F1: pyraclostrobin, F2: pyraclostrobin+epoxiconazole, H1: florasulam+clopyralid, H2: pyroxsulam, H1+F1, H2+F1, H1+F2, H2+F2) στο ύψος των φυτών του σκληρού σιταριού κατά την 3<sup>η</sup> μέτρηση. Οι μπάρες δείχνουν την Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ( $LSD_{5\%}=2,88$ ).

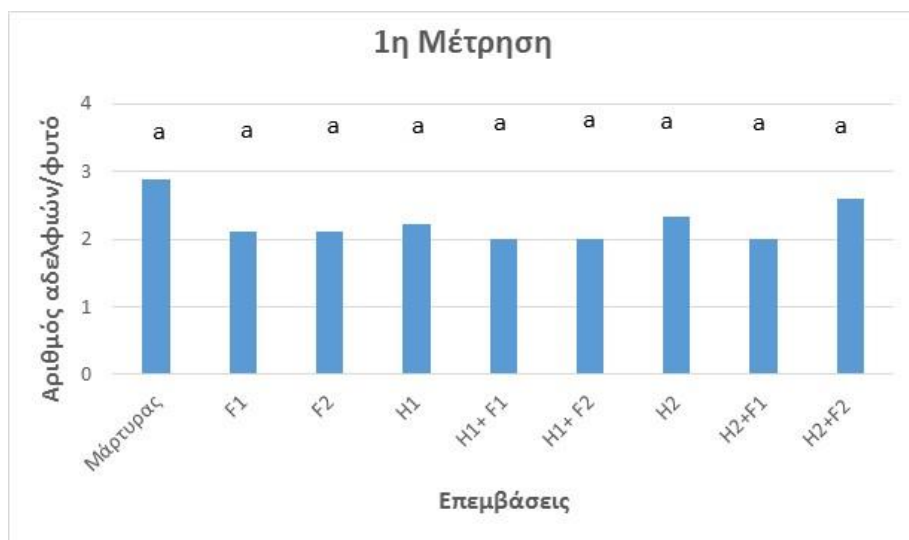
### 3.3. Αριθμός αδελφιών φυτών σκληρού σιταριού

Κατά την πρώτη μέτρηση του αριθμού των αδελφιών δεν καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διάφορων επεμβάσεων (Διάγραμμα 6). Ο μέσος όρος των αδελφιών κυμαίνονταν από 2 έως 2,9 με τη μεγαλύτερη τιμή να καταγράφεται στην επέμβαση του μάρτυρα. Επίσης, κατά την 2<sup>η</sup> μέτρηση δεν καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων (Διάγραμμα 7), ενώ ο αριθμός των αδελφιών ήταν μικρότερος σε σύγκριση με την 1<sup>η</sup> μέτρηση.

### 3.4. Νωπό βάρος καλλιέργειας

#### 1<sup>η</sup> Μέτρηση

Κατά την πρώτη μέτρηση του νωπού βάρους του υπέργειου τμήματος της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού δεν καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διάφορων επεμβάσεων (Διάγραμμα 8).



**Διάγραμμα 6.** Επίδραση των διάφορων επεμβάσεων (μάρτυρας, F1: pyraclostrobin, F2: pyraclostrobin+epoxiconazole, H1: florasulam+clopyralid, H2: pyroxsulam, H1+F1, H2+F1, H1+F2, H2+F2) στον αριθμό των αδελφιών του σκληρού σιταριού κατά την 1<sup>η</sup> μέτρηση.



**Διάγραμμα 7.** Επίδραση των διάφορων επεμβάσεων (μάρτυρας, F1: pyraclostrobin, F2: pyraclostrobin+epoxiconazole, H1: florasulam+clopyralid, H2: pyroxsulam, H1+F1, H2+F1, H1+F2, H2+F2) στον αριθμό των αδελφιών του σκληρού σιταριού κατά την 2<sup>η</sup> μέτρηση.

## 2<sup>η</sup> Μέτρηση

Στη δεύτερη μέτρηση, το μεγαλύτερο νωπό βάρος (3309 Kg/στρέμμα) παρατηρήθηκε στην επέμβαση H1+F2, ενώ η μικρότερη τιμή παρατηρήθηκε στα τεμάχια του μάρτυρα και των μυκητοκτόνων F1 και F2. Μεταξύ των επεμβάσεων των ζιζανιοκτόνων δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Διάγραμμα 9), ενώ παρατηρήθηκαν



στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα, των μυκητοκτόνων F1, F2 και των άλλων επεμβάσεων.



**Διάγραμμα 8.** Επίδραση των διάφορων επεμβάσεων (μάρτυρας, F1: pyraclostrobin, F2: pyraclostrobin+epoxiconazole, H1: florasulam+clopyralid, H2: pyroxsulam, H1+F1, H2+F1, H1+F2, H2+F2) στο νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος του σκληρού σιταριού (Kg/στρέμμα).



**Διάγραμμα 9.** Επίδραση των διάφορων επεμβάσεων (μάρτυρας, F1: pyraclostrobin, F2: pyraclostrobin+epoxiconazole, H1: florasulam+clopyralid, H2: pyroxsulam, H1+F1, H2+F1, H1+F2, H2+F2) στο νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος του σκληρού σιταριού (Kg/στρέμμα). Οι μπάρες δείχνουν την Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ( $LSD_{5\%}=450,16$ ).

### 3<sup>η</sup> Μέτρηση

Στην τρίτη μέτρηση, το μεγαλύτερο νωπό βάρος (3649 Kg/στρέμμα) παρατηρήθηκε στην επέμβαση H2+F2, ενώ η μικρότερη τιμή παρατηρήθηκε στα τεμάχια του μάρτυρα και των μυκητοκτόνων F1 και F2. Μεταξύ των επεμβάσεων των ζιζανιοκτόνων δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Διάγραμμα 10), ενώ παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα, των μυκητοκτόνων F1, F2 και των άλλων επεμβάσεων.



**Διάγραμμα 10.** Επίδραση των διάφορων επεμβάσεων (μάρτυρας, F1: pyraclostrobin, F2: pyraclostrobin+epoxiconazole, H1: florasulam+clopyralid, H2: pyroxsulam, H1+F1, H2+F1, H1+F2, H2+F2) στο νωπό βάρος του υπέργειου τμήματος του σκληρού σιταριού (Kg/στρέμμα). Οι μπάρες δείχνουν την Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ( $LSD_{5\%}=507,37$ ).

### 3.5. Ξηρό βάρος καλλιέργειας

#### 1<sup>η</sup> Μέτρηση

Κατά την πρώτη μέτρηση του ξηρού βάρους του υπέργειου τμήματος της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού δεν καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διάφορων επεμβάσεων (Διάγραμμα 11). Το ξηρό βάρος της καλλιέργειας κυμαίνονταν από 288 έως 337 Kg/στρέμμα.



**Διάγραμμα 11.** Επίδραση των διάφορων επεμβάσεων (μάρτυρας, F1: pyraclostrobin, F2: pyraclostrobin+epoxiconazole, H1: florasulam+clopyralid, H2: pyroxsulam, H1+F1, H2+F1, H1+F2, H2+F2) στο ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος του σκληρού σιταριού (Kg/στρέμμα).

## 2<sup>η</sup> Μέτρηση

Στη δεύτερη μέτρηση, το μεγαλύτερο ξηρό βάρος (736 Kg/στρέμμα) παρατηρήθηκε στην επέμβαση H2, ενώ η μικρότερη τιμή παρατηρήθηκε στα τεμάχια του μάρτυρα και των μυκητοκτόνων F1 και F2. Μεταξύ των επεμβάσεων των ζιζανιοκτόνων δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Διάγραμμα 12), ενώ παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα, των μυκητοκτόνων F1, F2 και των άλλων επεμβάσεων.

## 3<sup>η</sup> Μέτρηση

Στη τρίτη μέτρηση, το μεγαλύτερο ξηρό βάρος (856 Kg/στρέμμα) παρατηρήθηκε στην επέμβαση H2+F2, ενώ η μικρότερη τιμή παρατηρήθηκε στα τεμάχια του μάρτυρα και των μυκητοκτόνων F1 και F2. Μεταξύ των επεμβάσεων των ζιζανιοκτόνων δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Διάγραμμα 13), ενώ παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα, των μυκητοκτόνων F1, F2 και των άλλων επεμβάσεων.



**Διάγραμμα 12.** Επίδραση των διάφορων επεμβάσεων (μάρτυρας, F1: pyraclostrobin, F2: pyraclostrobin+epoxiconazole, H1: florasulam+clopyralid, H2: pyroxsulam, H1+F1, H2+F1, H1+F2, H2+F2) στο ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος του σκληρού σιταριού (Kg/στρέμμα). Οι μπάρες δείχνουν την Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ( $LSD_{5\%}=121,43$ ).



**Διάγραμμα 13.** Επίδραση των διάφορων επεμβάσεων (μάρτυρας, F1: pyraclostrobin, F2: pyraclostrobin+epoxiconazole, H1: florasulam+clopyralid, H2: pyroxsulam, H1+F1, H2+F1, H1+F2, H2+F2) στο ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος του σκληρού σιταριού (Kg/στρέμμα). Οι μπάρες δείχνουν την Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ( $LSD_{5\%}=82,69$ ).

### 3.6. Σχετική συγκέντρωση της χλωροφύλλης (Τιμές SPAD)

#### 1<sup>η</sup> Μέτρηση

Κατά την πρώτη μέτρηση της σχετικής συγκέντρωσης της χλωροφύλλης δεν καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διάφορων επεμβάσεων (Διάγραμμα 14). Οι τιμές SPAD κυμαίνονταν από 44,94 έως 49,74, με την μεγαλύτερη τιμή να καταγράφεται στην επέμβαση του μάρτυρα.



**Διάγραμμα 14.** Επίδραση των διάφορων επεμβάσεων (μάρτυρας, F1: pyraclostrobin, F2: pyraclostrobin+epoxiconazole, H1: florasulam+clopyralid, H2: pyroxsulam, H1+F1, H2+F1, H1+F2, H2+F2) στη σχετική συγκέντρωση χλωροφύλλης (τιμές SPAD) του σκληρού σιταριού κατά την 1<sup>η</sup> μέτρηση.

#### 2<sup>η</sup> Μέτρηση

Στη δεύτερη μέτρηση, οι μεγαλύτερες τιμές SPAD παρατηρήθηκαν στην επέμβαση H1, ενώ οι μικρότερες τιμές παρατηρήθηκαν στα τεμάχια του μάρτυρα και των μυκητοκτόνων F1 και F2. Μεταξύ των επεμβάσεων των ζιζανιοκτόνων δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Διάγραμμα 15), ενώ παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα, των μυκητοκτόνων F1, F2 και των επεμβάσεων του ζιζανιοκτόνου florasulam+clopyralid (H1, H1+F1, H1+F2).



**Διάγραμμα 15.** Επίδραση των διάφορων επεμβάσεων (μάρτυρας, F1: pyraclostrobin, F2: pyraclostrobin+epoxiconazole, H1: florasulam+clopyralid, H2: pyroxsulam, H1+F1, H2+F1, H1+F2, H2+F2) στη σχετική συγκέντρωση χλωροφύλλης (τιμές SPAD) του σκληρού σιταριού κατά την 2<sup>η</sup> μέτρηση. Οι μπάρες δείχνουν την Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ( $LSD_{5\%}=6,35$ ).



**Διάγραμμα 16.** Επίδραση των διάφορων επεμβάσεων (μάρτυρας, F1: pyraclostrobin, F2: pyraclostrobin+epoxiconazole, H1: florasulam+clopyralid, H2: pyroxsulam, H1+F1, H2+F1, H1+F2, H2+F2) στη σχετική συγκέντρωση χλωροφύλλης (τιμές SPAD) του σκληρού σιταριού κατά την 1<sup>η</sup> μέτρηση. Οι μπάρες δείχνουν την Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ( $LSD_{5\%}=2,18$ ).

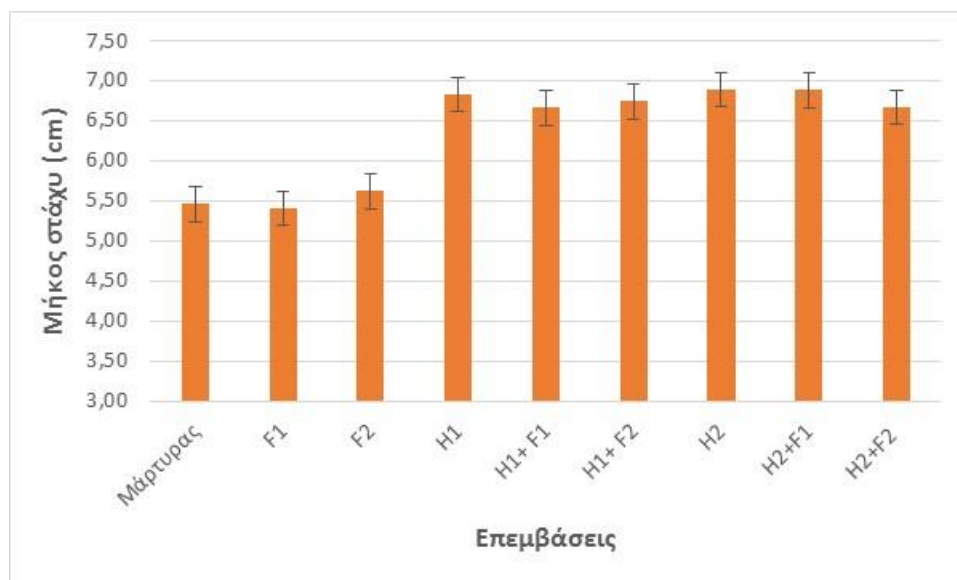
### 3<sup>η</sup> Μέτρηση

Στη τρίτη μέτρηση, οι μεγαλύτερες τιμές SPAD (54,93) παρατηρήθηκαν στην επέμβαση H2+F1, ενώ η μικρότερη τιμή παρατηρήθηκε στα τεμάχια του μάρτυρα (50,27). Μεταξύ των επεμβάσεων των ζιζανιοκτόνων δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Διάγραμμα 16), όπως και μεταξύ του μάρτυρα και των μυκητοκτόνων F1 και F2.

#### 3.7. Απόδοση σε σπόρο, περιεκτικότητα πρωτεΐνης και συστατικά της απόδοσης

##### Μήκος στάχυ

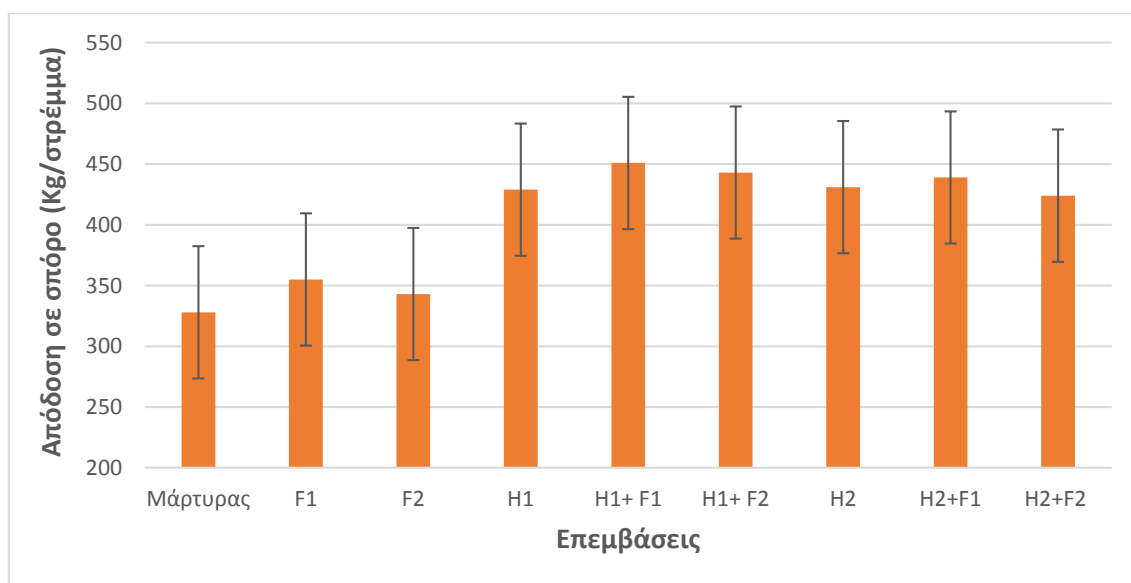
Το μακρύτερο μήκος του στάχυ παρατηρήθηκε στις επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων (6,66-6,89 cm), ενώ η μικρότερη τιμή παρατηρήθηκε στα τεμάχια του μάρτυρα και των μυκητοκτόνων F1 και F2 (5,41-5,62 cm). Μεταξύ των επεμβάσεων των ζιζανιοκτόνων δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Διάγραμμα 17), ενώ παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα, των μυκητοκτόνων F1, F2 και των άλλων επεμβάσεων.



**Διάγραμμα 17.** Επίδραση των διάφορων επεμβάσεων (μάρτυρας, F1: pyraclostrobin, F2: pyraclostrobin+epoxiconazole, H1: florasulam+clopyralid, H2: pyroxsulam, H1+F1, H2+F1, H1+F2, H2+F2) στο μήκος του στάχυ (Kg/στρέμμα). Οι μπάρες δείχνουν την Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ( $LSD_{5\%}=0,31$ ).

## Απόδοση σε σπόρο

Η συγκομιδή της καλλιέργειας πραγματοποιήθηκε με μικρή θεριζοαλωνιστική μηχανή (Εικόνα 6). Η μεγαλύτερη απόδοση (451 Kg/στρέμμα) παρατηρήθηκε στην επέμβαση H1+F1, ενώ η μικρότερη τιμή παρατηρήθηκε στα τεμάχια του μάρτυρα (328 Kg/στρέμμα). Μεταξύ των επεμβάσεων των ζιζανιοκτόνων δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Διάγραμμα 18), ενώ παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα, των μυκητοκτόνων F1, F2 και των άλλων επεμβάσεων.

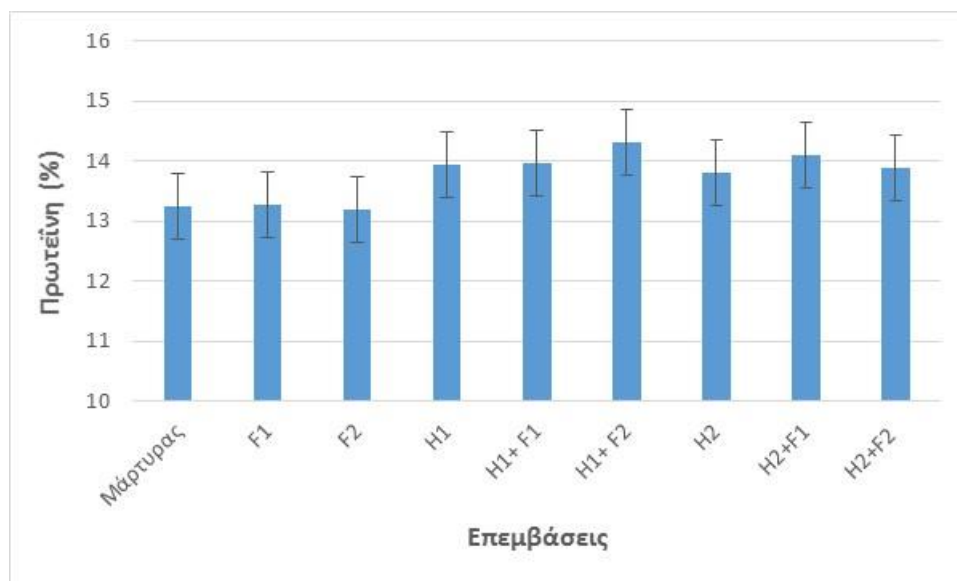


**Διάγραμμα 18.** Επίδραση των διάφορων επεμβάσεων (μάρτυρας, F1: pyraclostrobin, F2: pyraclostrobin+epoxiconazole, H1: florasulam+clopyralid, H2: pyroxsulam, H1+F1, H2+F1, H1+F2, H2+F2) στην απόδοση σε σπόρο του σκληρού σιταριού (Kg/στρέμμα). Οι μπάρες δείχνουν την Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ( $LSD_{5\%}=77,57$ ).

## Περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη

Η μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη (14,32%) παρατηρήθηκε στην επέμβαση H1+F2, ενώ οι μικρότερες τιμές παρατηρήθηκαν στα τεμάχια του μάρτυρα και των δύο μυκητοκτόνων (13,16-13,29%). Μεταξύ των επεμβάσεων των ζιζανιοκτόνων δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Διάγραμμα 19), ενώ παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα, των μυκητοκτόνων F1, F2 και των άλλων επεμβάσεων.





**Διάγραμμα 19.** Επίδραση των διάφορων επεμβάσεων (μάρτυρας, F1: pyraclostrobin, F2: pyraclostrobin+epoxiconazole, H1: florasulam+clopyralid, H2: pyroxsulam, H1+F1, H2+F1, H1+F2, H2+F2) στην περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη (%). Οι μπάρες δείχνουν την Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ( $LSD_{5\%}=0,55$ ).

### 3.8. Αποτελεσματικότητα μυκητοκτόνων

Λόγω των καιρικών συνθηκών το ποσοστό προσβολής από τη σепτορίωση ήταν κάτω του 1%, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 7, με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των μυκητοκτόνων έναντι της συγκεκριμένης ασθένειας του σκληρού σιταριού. Κάτι ανάλογο παρατηρήθηκε και στην ευρύτερη περιοχή του Βελεστίνου.



**Εικόνα 7.** Κατάσταση των φυτών κατά το ξεστάχυσμα της καλλιέργειας του σκληρού σίτου.





**Εικόνα 6.** Θερισμός της καλλιέργειας του σκληρού σιταριού με θεριζοαλωνιστική μηχανή.



### 3.9. Αποτελεσματικότητα ζιζανιοκτόνων

#### Είδη ζιζανίων

Τα κύρια ζιζάνια που καταγράφηκαν στον πειραματικό αγρό στο Βελεστίνο είναι τα πλατύφυλλα είδη (Εικόνα 9; 10):

ανθεμίδα (*Anthemis arvensis* L.)

παπαρούνα (*Paraver rhoeas* L.)

γρούβα (*Sinapis arvensis* L.)

μυρώνι (*Scandix pecten-veneris* L.) και

κουφάγκαθο (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.).

#### Συνολικός αριθμός των ζιζανίων

Ο μικρότερος αριθμός των ζιζανίων παρατηρήθηκε στις επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων (7,33-14,67 φυτά/m<sup>2</sup>), ενώ ο μεγαλύτερος αριθμός παρατηρήθηκε στα τεμάχια του μάρτυρα (Εικόνα 8) και των μυκητοκτόνων F1 και F2 (24,67-29,33 φυτά/m<sup>2</sup>). Μεταξύ των επεμβάσεων των ζιζανιοκτόνων δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Διάγραμμα 20), ενώ παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα, των μυκητοκτόνων F1, F2 και των άλλων επεμβάσεων.



**Εικόνα 8.** Ανάπτυξη των ζιζανίων στα τεμάχια του μάρτυρα (αριστερά) και του ζιζανιοκτόνου pyroxsulam (δεξιά, ανάσχεση της ανάπτυξης των ζιζανίων) στις 16 ημέρες μετά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων.





A.



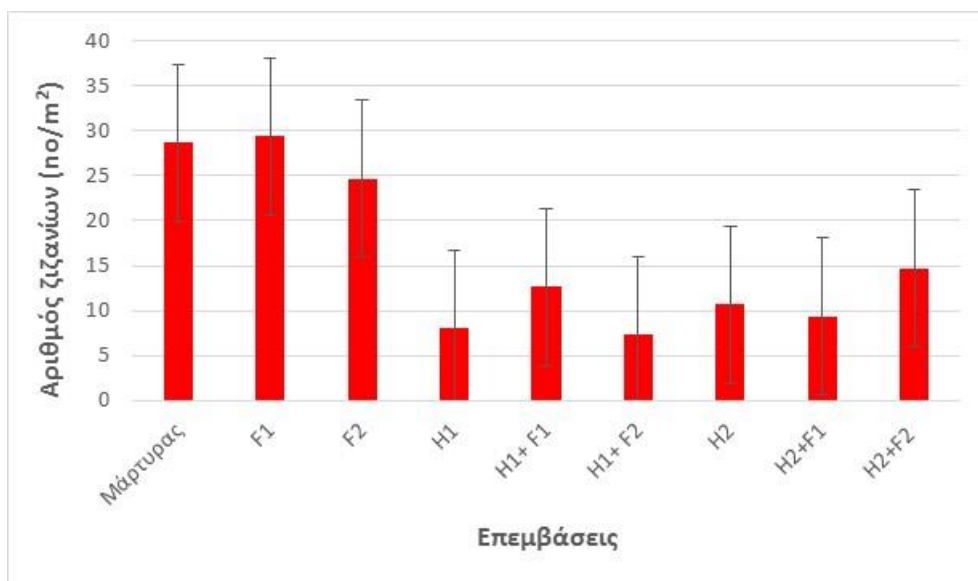
B.

**Εικόνα 9.** Στάδιο των ζιζανίων ανθεμίδας (A) και παπαρούνας (B) κατά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων.





**Εικόνα 10.** Στάδιο των ζιζανίων μυρώνι (A) και γρούβα (B) κατά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων.



**Διάγραμμα 20.** Επίδραση των διάφορων επεμβάσεων (μάρτυρας, F1: pyraclostrobin, F2: pyraclostrobin+epoxiconazole, H1: florasulam+clopyralid, H2: pyroxsulam, H1+F1, H2+F1, H1+F2, H2+F2) στο συνολικό αριθμό ζιζανίων (no m<sup>-2</sup>). Οι μπάρες δείχνουν την Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% (LSD<sub>5%</sub>=8,72).

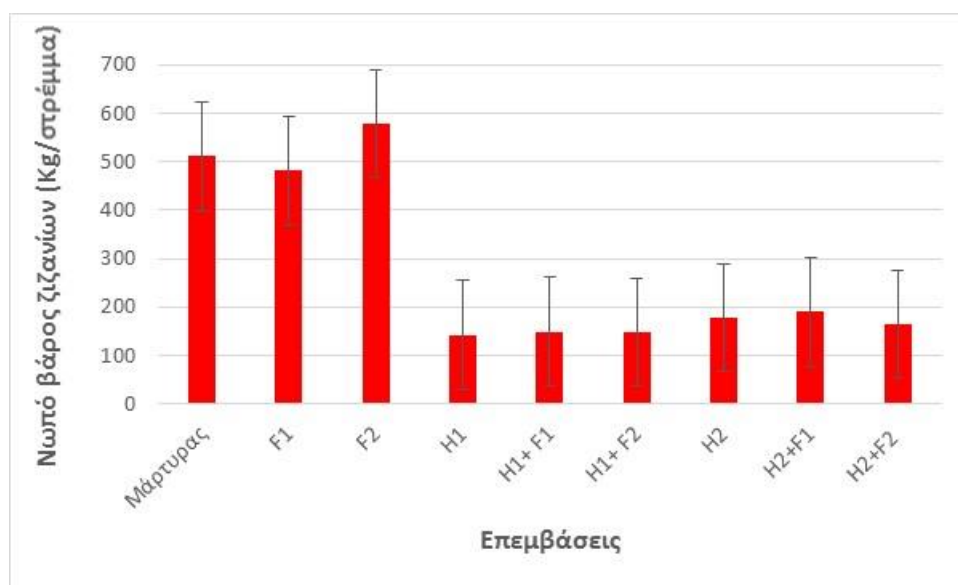
#### Συνολικό νωπό βάρος των ζιζανίων

Το μικρότερο νωπό βάρος των ζιζανίων παρατηρήθηκε στις επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων (143,2-190 Kg/στρέμμα), ενώ οι μεγαλύτερες τιμές του νωπού βάρους παρατηρήθηκαν στα τεμάχια του μάρτυρα και των μυκητοκτόνων F1 και F2 (481,9-578,9 Kg/στρέμμα). Μεταξύ των επεμβάσεων των ζιζανιοκτόνων δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Διάγραμμα 21), ενώ παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα, των μυκητοκτόνων F1, F2 και των άλλων επεμβάσεων.

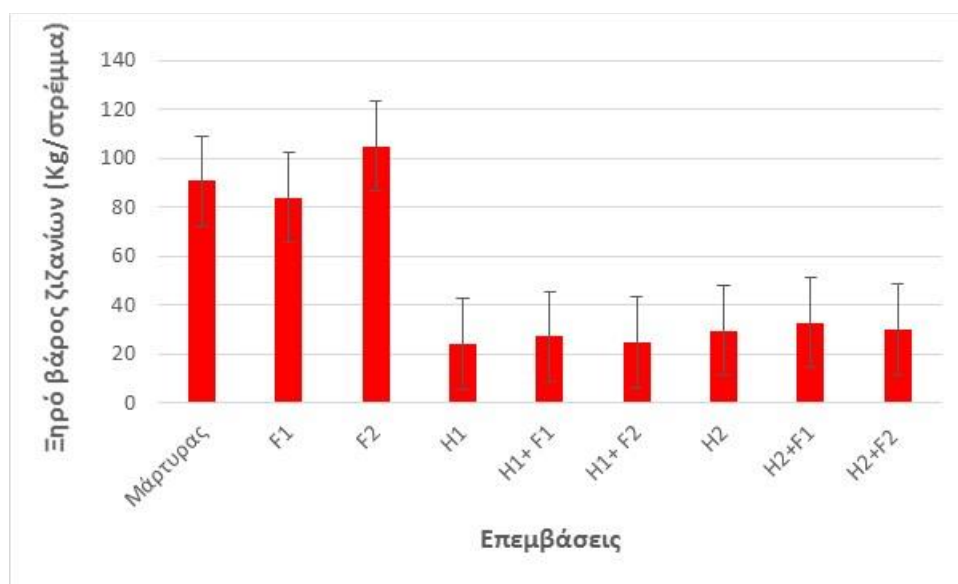
#### Συνολικό ξηρό βάρος των ζιζανίων

Το μικρότερο ξηρό βάρος των ζιζανίων παρατηρήθηκε στις επεμβάσεις των ζιζανιοκτόνων (23,99-32,84 Kg/στρέμμα), ενώ οι μεγαλύτερες τιμές παρατηρήθηκαν στα τεμάχια του μάρτυρα και των μυκητοκτόνων F1 και F2 (83,99-105,06 Kg/στρέμμα). Μεταξύ των επεμβάσεων των ζιζανιοκτόνων δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Διάγραμμα 22), ενώ παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα, των μυκητοκτόνων F1, F2 και των άλλων επεμβάσεων.





**Διάγραμμα 21.** Επίδραση των διάφορων επεμβάσεων (μάρτυρας, F1: pyraclostrobin, F2: pyraclostrobin+epoxiconazole, H1: florasulam+clopyralid, H2: pyroxsulam, H1+F1, H2+F1, H1+F2, H2+F2) στο συνολικό νωπό βάρος των ζιζανίων (Kg/στρέμμα). Οι μπάρες δείχνουν την Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ( $LSD_{5\%}=111,49$ ).

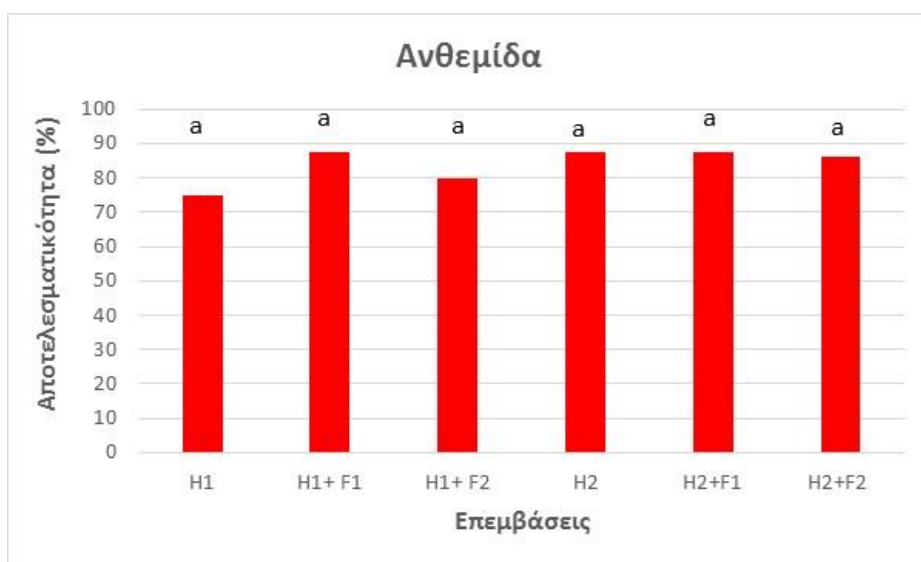


**Διάγραμμα 22.** Επίδραση των διάφορων επεμβάσεων (μάρτυρας, F1: pyraclostrobin, F2: pyraclostrobin+epoxiconazole, H1: florasulam+clopyralid, H2: pyroxsulam, H1+F1, H2+F1, H1+F2, H2+F2) στο συνολικό ξηρό βάρος των ζιζανίων (Kg/στρέμμα). Οι μπάρες δείχνουν την Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά σε επίπεδο σημαντικότητας 5% ( $LSD_{5\%}=18,51$ ).

## Αποτελεσματικότητα έναντι των ζιζανίων ανθεμίδα και κουφάγκαθο

### Ανθεμίδα

Κατά την καταγραφή της αποτελεσματικότητας των ζιζανιοκτόνων έναντι του ζιζανίου ανθεμίδα, το μεγαλύτερο ποσοστό αποτελεσματικότητας (87,5%) καταγράφηκε στις επεμβάσεις H1+F1, H2 και H2+F1, όμως δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων των ζιζανιοκτόνων (Διάγραμμα 23). Τέλος, τα δύο μυκητοκτόνα δεν επηρέασαν το ποσοστό αποτελεσματικότητας των δύο ζιζανιοκτόνων έναντι του συγκεκριμένου ζιζανίου.



**Διάγραμμα 23.** Αποτελεσματικότητα των επεμβάσεων των δύο ζιζανιοκτόνων έναντι του ζιζανίου ανθεμίδα (H1: florasulam+clopyralid, H2: pyroxsulam, H1+F1, H2+F1, H1+F2, H2+F2).

### Κουφάγκαθο

Το ζιζάνιο κουφάγκαθο παρουσίασε τη μεγαλύτερη πυκνότητα στον πειραματικό αγρό (5,4-14 φυτά/m<sup>2</sup>). Κατά την καταγραφή της αποτελεσματικότητας των δύο ζιζανιοκτόνων έναντι του συγκεκριμένου ζιζανίου, το μεγαλύτερο ποσοστό αποτελεσματικότητας καταγράφηκε στις



επεμβάσεις του ζιζανιοκτόνου florasulam+clorpyralid, όμως δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των επεμβάσεων των δύο ζιζανιοκτόνων (Διάγραμμα 24). Γενικά, η αποτελεσματικότητα των δύο ζιζανιοκτόνων έναντι του κουφάγκαθου κρίνεται μέτρια (Εικόνα 11; 12). Τέλος, τα δύο μυκητοκτόνα δεν επηρέασαν το ποσοστό αποτελεσματικότητας των δύο ζιζανιοκτόνων έναντι του κουφάγκαθου.



**Διάγραμμα 24.** Αποτελεσματικότητα των επεμβάσεων των δύο ζιζανιοκτόνων έναντι του ζιζανίου κουφάγκαθου (H1: florasulam+clorpyralid, H2: pyroxsulam, H1+F1, H2+F1, H1+F2, H2+F2).



**Εικόνα 11.** Συμπτώματα δράσης (παραμόρφωση) του ζιζανιοκτόνου florasulam+clorpyralid σε φυτά του ζιζανίου κουφάγκαθου, στις 42 ημέρες μετά την εφαρμογή του.





A.



B.

**Εικόνα 12.** Χλώρωση των φύλλων των ζιζανίων μυρώνι (Α) και κουφάγκαθο (Β) οκτώ ημέρες μετά την εφαρμογή του ζιζανιοκτόνου pyroxsulam.



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο: Συζήτηση**

### **4.1. Συνδυαστικότητα ζιζανιοκτόνων και μυκητοκτόνων**

Τα αποτελέσματα μας έδειξαν ότι τα επιλεγμένα ζιζανιοκτόνα (pyroxsulam και florasulam+clorpyralid) και μυκητοκτόνα (pyraclostrobin και pyraclostrobin+epoxiconazole) που αξιολογήθηκαν στο συγκεκριμένο πείραμα και κάτω από τις συγκεκριμένες κλιματολογικές συνθήκες μπορούν να συνδυαστούν για την συνδυασμένη αντιμετώπιση των ζιζανίων και της σεπτορίωσης. Φυτοτοξικότητα (χλώρωση; Εικόνα 13) παρατηρήθηκε μόνο στα τεμάχια όπου εφαρμόστηκε το ζιζανιοκτόνο pyroxsulam. Η χλώρωση όπως ήταν παροδική και δεν επηρέασε την ανάπτυξη και την απόδοση της καλλιέργειας. Επίσης, δεν παρατηρήθηκαν διαφορές ως προς την φυτοτοξικότητα που προκάλεσε το ζιζανιοκτόνο pyroxsulam μεταξύ των επεμβάσεων pyroxsulam, pyroxsulam/pyraclostrobin και pyroxsulam/pyraclostrobin+epoxiconazole.



**Εικόνα 13.** Χλώρωση φύλλου του σιταριού στα τεμάχια όπου εφαρμόστηκε το ζιζανιοκτόνο pyroxsulam.

Σε πρόσφατη έρευνα οι Karkanis et al. (2018) παρατήρησαν ότι το ζιζανιοκτόνο florasulam+2,4-D και τα μείγματα του με τα μυκητοκτόνα azoxystrobin και

trifloxystrobin+prothioconazole δεν προκάλεσαν φυτοτοξικότητα στην καλλιέργεια του σκληρού σιταριού. Αντίθετα τα μείγματα του ζιζανιοκτόνου bromoxynil+2.4-D με τα παραπάνω μυκητοκτόνα προκάλεσαν φυτοτοξικότητα μόνο στην περιοχή που καταγράφηκαν χαμηλές θερμοκρασίες και μεγάλη διακύμανση θερμοκρασίας μεταξύ ημέρας και νύχτας στο διάστημα 2-5 ημέρες μετά την εφαρμογή τους. Επίσης, σε πειράματα που πραγματοποιήθηκαν παλαιότερα στον Καναδά, οι Robinson et al. (2013) παρατήρησαν ότι τα μείγματα του ζιζανιοκτόνου bromoxynil+MCPA με τα μυκητοκτόνα tebuconazole και azoxystrobin+propiconazole προκάλεσαν φυτοτοξικότητα σε καλλιέργεια μαλακού σιταριού. Οι συγκεκριμένοι ερευνητές δεν συνέδεσαν την πρόκληση φυτοτοξικότητας με τις περιβαλλοντικές συνθήκες και αναφέρουν ότι φυτοτοξικότητα προκλήθηκε και σε χαμηλές αλλά και σε υψηλές θερμοκρασίες.

#### **4.2. Αποτελεσματικότητα ζιζανιοκτόνων και μυκητοκτόνων**

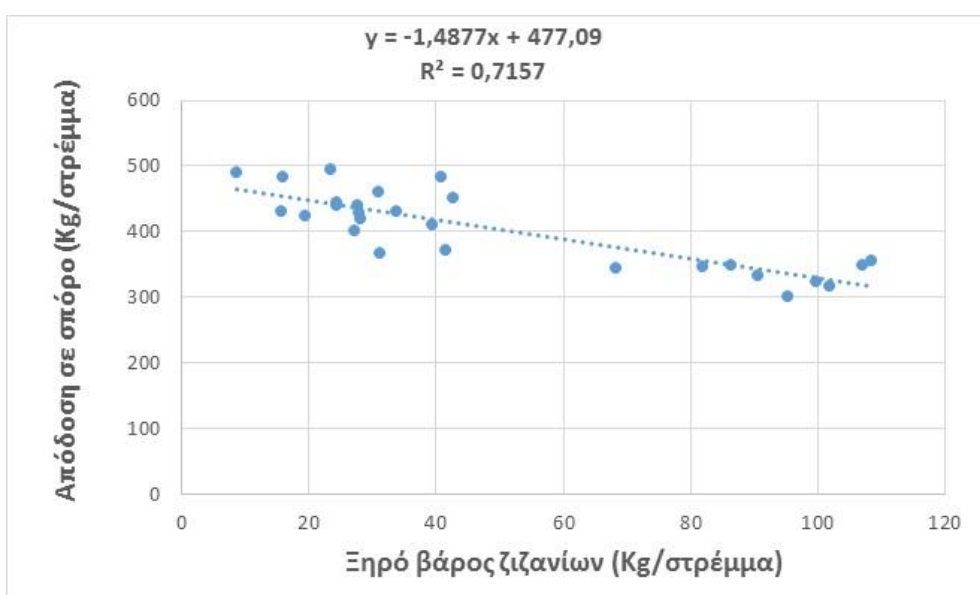
Λόγω του μικρού ύψους βροχόπτωσης κατά του μήνες Μάρτιο, Απρίλιο και Μάιο το ποσοστό προσβολής από τη σепτορίωση ήταν κάτω του 1%, με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των μυκητοκτόνων έναντι της συγκεκριμένης ασθένειας του σκληρού σιταριού. Σε πρόσφατη έρευνα οι Karkanis et al. (2018) αναφέρουν ότι μυκητοκτόνα των χημικών ομάδων των στρομπιλουρινών και τριαζολών είναι αποτελεσματικά έναντι της σепτορίωσης σε καλλιέργεια σκληρού σιταριού. Επίσης, οι συγκεκριμένοι ερευνητές αναφέρουν ότι στις περιπτώσεις που οι συνθήκες είναι πολύ ευνοϊκές για την εκδήλωση της συγκεκριμένης ασθένειας ο συνδυασμός δύο μυκητοκτόνων από τις παραπάνω χημικές ομάδες (trifloxystrobin+prothioconazole) είχε καλύτερα αποτελέσματα στην αντιμετώπιση της ασθένειας σε σύγκριση με την εφαρμογή του μυκητοκτόνου azoxystrobin. Ακόμη οι Ishikawa et al. (2012) αναφέρουν ότι το ποσοστό προσβολής από την ασθένεια *M. graminicola* ήταν μεγαλύτερο στα τεμάχια όπου εφαρμόστηκε μυκητοκτόνο της χημικής ομάδας των τριαζολών σε σύγκριση με τα τεμάχια όπου εφαρμόστηκαν δύο μυκητοκτόνα από δύο διαφορετικές χημικές ομάδες (τριαζόλες και στρομπιλουρίνες).

Όσον αφορά την πυκνότητα και το ξηρό βάρος των ζιζανίων, οι μεγαλύτερες τιμές τους καταγράφηκαν στα τεμάχια του ασκάλιστου μάρτυρα και των δύο μυκητοκτόνων που επίσης δεν καταπολεμήθηκαν τα ζιζάνια. Επίσης, δεν παρατηρήθηκε αύξηση ή μείωση της αποτελεσματικότητας των ζιζανιοκτόνων από την συνδυασμένη εφαρμογή των

μυκητοκτόνων. Σε άλλη έρευνα, οι Karkanis et al. (2018) παρατήρησαν ότι η αποτελεσματικότητα των ζιζανιοκτόνων florasulam+2,4-D και bromoxynil+2,4-D δεν επηρεάστηκε όταν εφαρμόστηκαν συνδυαστικά με τα μυκητοκτόνα azoxystrobin και trifloxystrobin+prothioconazole. Επίσης, οι Jordan et al. (2009) αναφέρουν ότι τα μυκητοκτόνα azoxystrobin, pyraclostrobin (στρομπιλουρίνες) και tebuconazole (τριαζόλη) δεν επηρέασαν την αποτελεσματικότητα του ζιζανιοκτόνου imazapic έναντι της κίτρινης κύπερης (*Cyperus esculentus* L.). Σε άλλες περιπτώσεις έχει παρατηρηθεί μείωση της αποτελεσματικότητας των ζιζανιοκτόνων όταν συνδυάστηκαν με μυκητοκτόνα. Συγκεκριμένα, οι Lancaster et al. (2007) παρατήρησαν ότι τα μυκητοκτόνα chlorothalonil και pyraclostrobin μείωσαν την αποτελεσματικότητα του ζιζανιοκτόνου diclosulam έναντι του ζιζανίου *Ambrosia artemisiifolia* L. σε καλλιέργεια αραχίδας.

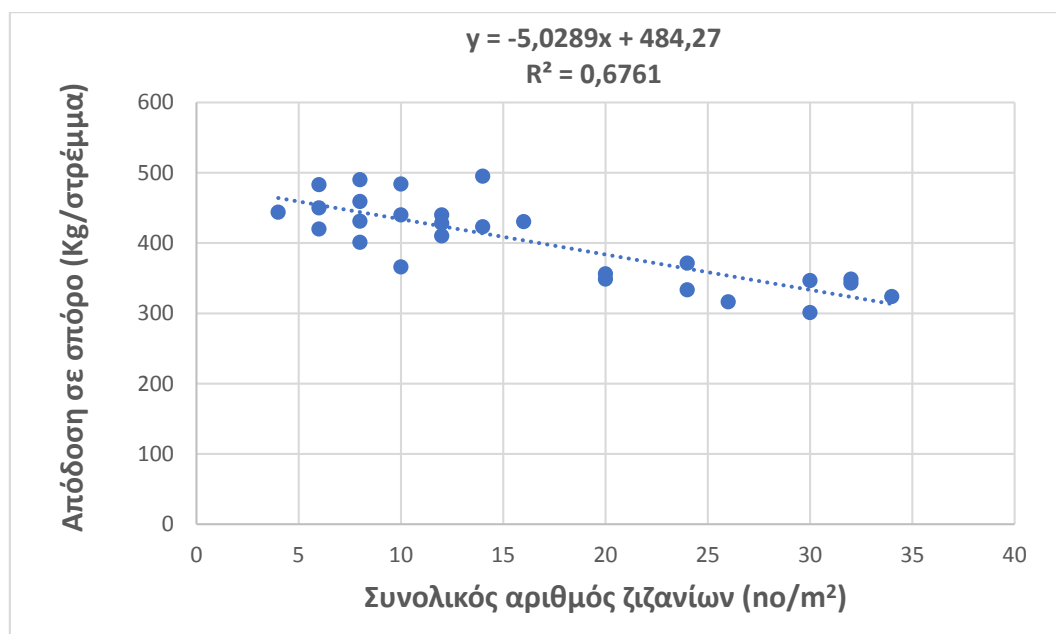
#### 4.3. Ανάπτυξη και απόδοση της καλλιέργειας

Όπως αναφέραμε παραπάνω, το μικρότερο ύψος των φυτών, η μικρότερη βιομάζα (νωπό και ξηρό βάρος) της καλλιέργειας, η μικρότερη απόδοση, η μικρότερη περιεκτικότητα της πρωτεΐνης, το μικρότερο μήκος στάχυ και βάρος των 1000 σπόρων καταγράφηκαν στα τεμάχια του ασκάλιστου μάρτυρα και στις επεμβάσεις των δύο μυκητοκτόνων. Επίσης, δεν καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφόρων επεμβάσεων των δύο ζιζανιοκτόνων για τα παραπάνω χαρακτηριστικά. Η απόδοση σε σπόρο στις διάφορες επεμβάσεις κυμάνθηκε από 328 Kg/στρέμμα έως 451 Kg/στρέμμα.



**Διάγραμμα 24.** Συσχέτιση μεταξύ της απόδοσης σε σπόρο και του ξηρού βάρους των ζιζανίων.

Τα αποτελέσματα μας δείχνουν ότι ο ανταγωνισμός των ζιζανίων ανθεμίδα (*Anthemis arvensis*), παπαρούνα (*Papaver rhoeas*), γρούβα (*Sinapis arvensis*), μυρώνι (*Scandix pecten-veneris*) και κουφάγκαθο (*Silybum marianum*) προκάλεσε σημαντική μείωση της ανάπτυξης αλλά και της απόδοσης του σκληρού σιταριού. Αυτό επιβεβαιώνεται από το γεγονός ότι παρατηρήθηκε αρνητική συσχέτιση μεταξύ της απόδοσης σε σπόρο και του ξηρού βάρους των ζιζανίων ( $r=-0,846$ ,  $P<0.001$ , Διάγραμμα 24). Επίσης, καταγράφηκε αρνητική συσχέτιση μεταξύ της απόδοσης σε σπόρο και του αριθμού των ζιζανίων ( $r=-0,822$ ,  $P<0.001$ , Διάγραμμα 25). Παρόμοια επίδραση των ζιζανίων παπαρούνα, γρούβα και ανθεμίδα στην ανάπτυξη και την απόδοση του σκληρού σιταριού αναφέρετε από τους Karkanis et al. (2018) σε πειράματα που πραγματοποίησαν σε δύο περιοχές (Βελεστίνο και Δομοκός) της Κεντρικής Ελλάδας.



**Διάγραμμα 25.** Συσχέτιση μεταξύ της απόδοσης σε σπόρο και του συνολικού αριθμού των ζιζανίων.

#### 4.4. Συμπεράσματα

Στο συγκεκριμένο πείραμα καταγράφηκαν σημαντικά στοιχεία για τη συνδυαστικότητα και την αποτελεσματικότητα δύο ζιζανιοκτόνων (pyroxsulam και florasulam+clopyralid) και δύο μυκητοκτόνων (pyraclostrobin και pyraclostrobin+epoxiconazole) στην καλλιέργεια του σκληρού σιταριού. Συγκεκριμένα παρατηρήθηκαν τα εξής:

- ✓ **Παρατηρήθηκε χλώρωση** στα τεμάχια όπου εφαρμόστηκε το **ζιζανιοκτόνο pyroxsulam**, όμως τα συμπτώματα ήταν παροδικά. Δεν παρατηρήθηκαν διαφορές ως προς την φυτοτοξικότητα που προκάλεσε το συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο μεταξύ των επεμβάσεων **pyroxsulam**, **pyroxsulam/pyraclostrobin** και **pyroxsulam/pyraclostrobin+epoxiconazole**.
- ✓ Το μικρότερο ύψος των φυτών, η μικρότερη βιομάζα (νωπό και ξηρό βάρος) της καλλιέργειας, **η μικρότερη απόδοση, η μικρότερη περιεκτικότητα πρωτεΐνης** και το μικρότερο μήκος στάχυ **καταγράφηκαν στα τεμάχια του ασκάλιστου μάρτυρα και στις επεμβάσεις των δύο μυκητοκτόνων**. Δεν καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφόρων επεμβάσεων των δύο ζιζανιοκτόνων για τα παραπάνω χαρακτηριστικά.
- ✓ Οι μεγαλύτερες τιμές του **ξηρού βάρους** και της **πυκνότητας των ζιζανίων καταγράφηκαν** στις επεμβάσεις του **μάρτυρα** και των **δύο μυκητοκτόνων**.
- ✓ Εξαιτίας των καιρικών συνθηκών το **ποσοστό προσβολής από τη σепτορίωση ήταν κάτω του 1%** με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των μυκητοκτόνων έναντι της συγκεκριμένης ασθένειας του σκληρού σιταριού.
- ✓ Τα **επιλεγμένα ζιζανιοκτόνα και μυκητοκτόνα** που αξιολογήθηκαν στο συγκεκριμένο πείραμα και κάτω από τις συγκεκριμένες κλιματολογικές συνθήκες **μπορούν να συνδυαστούν για την συνδυασμένη αντιμετώπιση των ζιζανίων και της σепτορίωσης**.



## Βιβλιογραφία

### Ελληνική Βιβλιογραφία

- Ελευθεροχωρινός Η. Γ. 2014. Ζιζανιολογία: Ζιζάνια, Ζιζανιοκτόνα, Περιβάλλον, Αρχές και Μέθοδοι Διαχείρισης (4<sup>η</sup> έκδοση). Εκδόσεις ΑγροΤύπος, Αθήνα, σελ: 1-408.
- Ζιώγας Β.Ν. και Μάρκογλου Α.Ν. 2010. Γεωργική Φαρμακολογία: Βιοχημεία, Φυσιολογία, Μηχανισμοί Δράσεις και Χρήσεις των Φυτοπροστατευτικών Προϊόντων (Δεύτερη Έκδοση). Ελληνικής Έκδοσης, Αθήνα. σελ: 1-872.
- Θανασουλόπουλος Κ. 1995. Μυκητολογικές ασθένειες φυτών μεγάλης καλλιέργειας. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη. σελ. 62-65.
- Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, 2018. Κατάλογος φυτοπροστατευτικών προϊόντων κατά καλλιέργεια. [http://www.minagric.gr/syspest/SYSPEST\\_CROPS\\_skeyasma.aspx](http://www.minagric.gr/syspest/SYSPEST_CROPS_skeyasma.aspx). Η ανάκτηση των στοιχείων πραγματοποιήθηκε στις 17-11-2018.

### Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

- Adhikari T.B., Balaji B., Breeden J., Goodwin S.B. 2007. Resistance of wheat to *Mycosphaerella graminicola* involves early and late peaks of gene expression. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 71(1-3):55-68.
- Ahmad R., James T.K., Rahman A. and Holland P.T. 2003. Dissipation of the Herbicide Clopyralid in an Allophanic Soil: Laboratory and Field Studies. *Journal of Environmental Science and Health - Part B Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes*, 38(6):683-695.
- Ajigboye O.O., Murchie E., Ray R.V. 2014. Foliar application of isopyrazam and epoxiconazole improves photosystem II efficiency, biomass and yield in winter wheat. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 114:52-60.
- Amaro A.C.E., Ramos A.R.P., Macedo A.C., Ono E.O. and Rodrigues J.D. 2018. Effects of the fungicides azoxystrobin, pyraclostrobin and boscalid on the physiology of Japanese cucumber. *Scientia Horticulturae*, 228:66-75.
- Becker J., Schröder J., Larelle D., Erdei I., Homa U. and Gast R. 2008. DOW 00742 H (GF-1361) - A novel cereal herbicide containing a new active ingredient (pyroxsulam) and florasulam with a broad activity on grass and dicotyledonous weeds *Journal of Plant Diseases and Protection, Supplement*, (21):623-628.

- Buerge I.J., Poiger T., Müller M.D. and Buser, H.-R. 2006. Influence of pH on the stereoselective degradation of the fungicides epoxiconazole and cyproconazole in soils. *Environmental Science and Technology*, 40(17):5443-5450.
- Dong B., Qian W., Hu J. 2015. Dissipation kinetics and residues of florasulam and tribenuron-methyl in wheat ecosystem. *Chemosphere*, 120:486-491.
- FAO 2018. FAOSTAT database. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Τα στοιχεία ανακτήθηκαν στις 29/07/2018 από τη σελίδα [www.fao.org/faostat/](http://www.fao.org/faostat/).
- Jordan D.L., Lancaster S.H., Lanier J.E., Lassiter B.R. and Johnson P.D. 2009. Weed management in peanut with herbicide combinations containing imazapic and other pesticides. *Weed Technology*, 23:6-10.
- Eyal, Z., 1999. The *Septoria tritici* and *Stagonospora nodorum* blotch diseases of wheat. *European Journal of Plant Pathology*, 105:629-641
- Karkanis A., Travlos I.S., Bilalis D.J. and Tabaxi E.I. 2016. Integrated weed management in winter cereals in Southern Europe. In: *Weed and pest control: Molecular biology, practices and environmental impact*. Travlos, I.S., Bilalis, D.J. and Chachalis, D. Eds. Nova Science Publishers, Inc. USA. pp. 1-15.
- Karkanis A., Vellios A., Grigoriou F., Gkrimbis T. and Giannouli P. 2018. Evaluation of efficacy and compatibility of herbicides with fungicides in durum wheat (*Triticum durum* Desf.) under different environmental conditions: Effects on grain yield and gluten content. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 46(2):601-607.
- Keon J., Antoniw J., Rudd J., Skinner W., Hargreaves J., Hammond-Kosack K. 2005. Analysis of expressed sequence tags from the wheat leaf blotch pathogen *Mycosphaerella graminicola* (anamorph *Septoria tritici*). *Fungal Genetics and Biology*, 42(5):376-389.
- Lancaster S.H., Beam J.B., Lanier, J.E., Jordan D.L., Johnson P.D. 2007. Compatibility of diclosulam with postemergence herbicides and fungicides. *Weed Technology*, 21:869-872.
- Masuh H., Seccacini E., De Licastro S.A. and Zerba E. 2000. The soil degradation of the herbicide florasulam. *Pest Management Science*, 56(12):1065-1072.
- Mukherjee S., Tripathi S., Mukherjee A.K., Bhattacharyya A. and Chakrabarti K. 2016. Persistence of the herbicides florasulam and halauxifen-methyl in alluvial and saline alluvial soils, and their effects on microbial indicators of soil quality *European Journal of Soil Biology*, 73:93-99.

- Pavlovic I., Barriga C., Hermosín M.C., Cornejo J., Ulibarri M.A. 2005. Adsorption of acidic pesticides 2,4-D, Clopyralid and Picloram on calcined hydrotalcite. *Applied Clay Science*. 30(2):125-133.
- Ponomarenko A., Goodwin S.B. and Kema G.H.J. 2011. Septoria tritici blotch (STB) of wheat. *PlantHealth Instructor*. DOI:10.1094/PHI-I-2011-0407-01
- Quaedvlieg W., Kema G.H.J., Groenewald J.Z., Verkley G.J.M., Seifbarghi S., Razavi M., Mirzadi Gohari A., Mehrabi R. and Crous P.W. 2011. *Zymoseptoria* gen. nov.: a new genus to accommodate *Septoria*-like species occurring on graminicolous hosts. *Persoonia* 26:57–69.
- Reddy S.N., Gupta Sand Gajbhiye, V.T. 2013. Effect of moisture, organic matter, microbial population and fortification level on dissipation of pyraclostrobin in soils. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 91(3):356-361.
- Robinson M.A., Cowbrough M.J., Sikkema P.H. and Tardif F.J. 2013. Winter wheat (*Triticum aestivum* L.) tolerance to mixtures of herbicides and fungicides applied at different timings. *Canadian Journal of Plant Science*, 93:491-501.
- Shaner G. 2010. Septoria tritici blotch. In: *Compendium of wheat diseases and pests*. 3<sup>rd</sup> ed. Bockus, W.W., Bowden, R.L., Hunger, R.M., Morill, W.L., Murray, T.D. and Smiley, R.W. Eds. American Phytopathological Society, USA, St. Paul, Minnesota. pp. 56-58.
- Tsialtas J.T., Theologidou G.S., Karaoglanidis G.S. 2018. Effects of pyraclostrobin on leaf diseases, leaf physiology, yield and quality of durum wheat under Mediterranean conditions. *Crop Protection*, 113:48-55.

## Παράρτημα-Στατιστική επεξεργασία δεδομένων

### Ανάλυση της διασποράς για το ύψος των φυτών (1<sup>η</sup> μέτρηση)

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Treatments	8	93,885	11,736	1,019	0,460
Replications	2	73,588	36,794	3,196	0,068
Residual	16	184,189	11,512		
Total		26	351,663		13,525

### Ανάλυση της διασποράς για το ύψος των φυτών (2<sup>η</sup> μέτρηση)

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Treatments	8	170,519	21,315	6,085	0,001
Replications	2	7,506	3,753	1,071	0,366
Residual	16	56,049	3,503		
Total	26	234,074	9,003		

### Ανάλυση της διασποράς για το ύψος των φυτών (3<sup>η</sup> μέτρηση)

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Treatments	8	123,778	15,472	5,564	0,002
Replications	2	0,617	0,309	0,111	0,896
Residual	16	44,494	2,781		
Total	26	168,889	6,496		

### Ανάλυση της διασποράς για τον αριθμό των αδελφιών των φυτών (1<sup>η</sup> μέτρηση)

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Treatments	8	2,206	0,276	1,098	0,413
Replications	2	0,798	0,399	1,590	0,234
Residual	16	4,016	0,251		
Total	26	7,021	0,270		

**Ανάλυση της διασποράς για τον αριθμό των αδελφιών των φυτών (2<sup>η</sup> μέτρηση)**

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Treatments	8	0,576	0,0720	1,687	0,178
Replications	2	0,0576	0,0288	0,675	0,523
Residual	16	0,683	0,0427		
Total	26	1,317	0,0506		

**Ανάλυση της διασποράς για τη σχετική συγκέντρωση της χλωροφύλλης (1<sup>η</sup> μέτρηση)**

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Treatments	8	47,758	5,970	0,775	0,630
Replications	2	5,585	2,792	0,363	0,701
Residual	16	123,224	7,701		
Total	26	176,566	6,791		

**Ανάλυση της διασποράς για τη σχετική συγκέντρωση της χλωροφύλλης (2<sup>η</sup> μέτρηση)**

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Treatments	8	309,133	38,642	2,868	0,035
Replications	2	28,247	14,123	1,048	0,373
Residual	16	215,587	13,474		
Total	26	552,967	21,268		

**Ανάλυση της διασποράς για τη σχετική συγκέντρωση της χλωροφύλλης (3<sup>η</sup> μέτρηση)**

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Treatments	8	62,860	7,857	4,915	0,003
Replications	2	1,362	0,681	0,426	0,660
Residual	16	25,578	1,599		
Total	26	89,800	3,454		

**Ανάλυση της διασποράς για το νωπό βάρος της καλλιέργειας (1<sup>η</sup> μέτρηση)**

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Treatments	8	243735,457	30466,932	0,161	0,993
Replications	2	25704,080	12852,040	0,0678	0,935
Residual	16	3034159,130	189634,946		
Total	26	3303598,667	127061,487		

**Ανάλυση της διασποράς για το νωπό βάρος της καλλιέργειας (2<sup>η</sup> μέτρηση)**

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Treatments	8	6913711,046	864213,881	12,777	<0,001
Replications	2	1204940,074	602470,037	8,907	0,003
Residual	16	1082211,576	67638,223		
Total	26	9200862,696	353879,334		

**Ανάλυση της διασποράς για το νωπό βάρος της καλλιέργειας (3<sup>η</sup> μέτρηση)**

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Treatments	8	5469627,234	683703,404	7,957	<0,001
Replications	2	90446,903	45223,451	0,526	0,601
Residual	16	1374779,924	85923,745		
Total	26	6934854,061	266725,156		

**Ανάλυση της διασποράς για το ξηρό βάρος της καλλιέργειας (1<sup>η</sup> μέτρηση)**

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Treatments	8	8533,365	1066,671	0,103	0,999
Replications	2	1223,719	611,859	0,0588	0,943
Residual	16	166413,653	10400,853		
Total	26	176170,737	6775,798		

**Ανάλυση της διασποράς για το ξηρό βάρος της καλλιέργειας (2<sup>η</sup> μέτρηση)**

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Treatments	8	246283,480	30785,435	6,254	<0,001
Replications	2	72588,235	36294,118	7,373	0,005
Residual	16	78756,725	4922,295		
Total	26	397628,441	15293,402		

**Ανάλυση της διασποράς για το ξηρό βάρος της καλλιέργειας (3<sup>η</sup> μέτρηση)**

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Treatments	8	179079,813	22384,977	9,807	<0,001
Replications	2	4399,978	2199,989	0,964	0,402
Residual	16	36519,016	2282,438		
Total	26	219998,807	8461,493		

**Ανάλυση της διασποράς για την απόδοση σε σπόρο της καλλιέργειας**

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Treatments	8	94805,616	11850,702	5,900	0,001
Replications	2	13718,922	6859,461	3,415	0,058
Residual	16	32139,134	2008,696		
Total	26	140663,672	5410,141		

**Ανάλυση της διασποράς για το μήκος του στάχυ**

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Treatments	8	10,091	1,261	39,035	<0,001
Replications	2	0,0555	0,0277	0,859	0,442
Residual	16	0,517	0,0323		
Total	26	10,664	0,410		



**Ανάλυση της διασποράς για την περιεκτικότητα της πρωτεΐνης**

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Treatments	8	3,380	0,423	4,162	0,007
Replications	2	6,686	3,343	32,927	<0,001
Residual	16	1,624	0,102		
Total	26	11,690	0,450		

**Ανάλυση της διασποράς για το συνολικό αριθμό των ζιζανίων**

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Treatments	8	1914,074	239,259	9,410	<0,001
Replications	2	30,519	15,259	0,600	0,561
Residual	16	406,815	25,426		
Total	26	2351,407	90,439		

**Ανάλυση της διασποράς για το συνολικό νωπό βάρος των ζιζανίων**

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Treatments	8	803242,348	100405,293	24,198	<0,001
Replications	2	5987,775	2993,888	0,722	0,501
Residual	16	66390,371	4149,398		
Total	26	875620,495	33677,711		

**Ανάλυση της διασποράς για το συνολικό ξηρό βάρος των ζιζανίων**

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Treatments	8	26424,909	3303,114	28,883	<0,001
Replications	2	187,328	93,664	0,819	0,459
Residual	16	1829,775	114,361		
Total	26	28442,011	1093,924		